This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

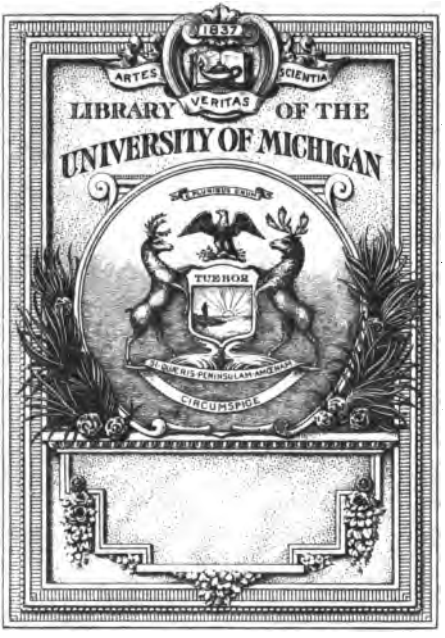
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

QC
517
D37.

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
SUR
LE FLUIDE
ÉLECTRICO-GALVANIQUE.

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
SUR
LE FLUIDE
ÉLECTRICO-GALVANIQUE;

PAR J.ean A.ndré DE LUC,

Des Sociétés Royales de Londres et de Dublin, de la Société des Scrutateurs de la Nature de Berlin et de Iena, et de plusieurs autres Académies.

TOME SECOND.

A PARIS,
Chez la V.e NYON, libraire, rue du Jardinet, n.° 2.

A MILAN,
Chez J. LUC NYON, libraire français.

An XII. — 1804.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

Library, com
Perella
2-22-24
9149

SUR

LE FLUIDE

ÉLECTRICO-GALVANIQUE.

SECTION IV.

Expériences conduisant à la théorie générale de L'ÉLECTROSCOPE *et de ses indications.*

10-30-35 HPJ

317. ENTRE les *appareils électriques*, l'un de ceux qui importent le plus pour parvenir à la connoissance du *fluide* qui produit les phénomènes de cette classe, est L'ELECTROSCOPE. En traitant dans la PARTIE II, *sections* III et IV, de la *théorie* et de la *cause* des *mouvements électriques*, j'ai fait remarquer, que tant qu'on ne connoissait pas cette *cause*, c'est-à-dire, qu'elle n'était pas déterminée avec certitude d'après tout l'ensemble des *phénomènes électriques*, il ne pouvait que régner sur ceux-ci la plus grande obscurité; puisque ces *mouvements* sont le seul indice que nous ayons de l'*existence*

même du *fluide électrique*, jusqu'à ce qu'il *étincelle*, et qu'aussitôt après qu'il s'est rendu ainsi visible, il échappe de nouveau à tous nos sens. Nous n'avons donc d'autre moyen de suivre ce *fluide* sur les corps, de l'y analyser par les modifications qu'il éprouve, qu'à l'aide des *mouvements* qu'il occasionne par ses *ruptures* d'équilibre; car même le plus grand de ses phénomènes, celui de la *bouteille de Leyde* ou du *tableau magique*, ne saurait être bien connu et analysé, comme on a pu le voir, que par L'ELECTROSCOPE. Je dois donc y venir spécialement, ne l'ayant considéré jusqu'ici, d'après l'expérience, que comme indiquant d'une manière connue les circonstances que j'annonçais. Je viens donc à lui-même, pour développer tout ce qui concerne les *mouvements électroscopiques* en diverses circonstances, ce qui nous conduira dans un vaste champ de phénomènes *électriques*.

318. J'emploierai d'abord un instrument, dont le *Nécessaire* renferme les pièces, et que je nommerai le *grand électroscope*, pour le distinguer de divers autres dont je parlerai successivement. La pl. VII, renferme deux instruments de ce genre, l'un et l'autre à la moitié de leurs dimensions naturelles; j'ai déja parlé du *petit électroscope*, *figure* II, qui est à double

dans le *Nécessaire*, et il s'agira maintenant de celui qui est représenté dans la *figure* I.

319. La base *a*, de cet instrument, qui est de laiton, est la moins épaisse des deux de même diamètre qui, à leur place de dépôt, sont représentées par les figures IV et V, pl. II. La tige de verre vernissé, *b*, *b*, pl. VII, qui est la fig. XVII, pl. II, a divers usages; ici sa tête d'ivoire est traversée par le conducteur *c*, *d*, pl. VII, qui est la figure XVIII, dans la pl. II, où toutes les pièces sont de grandeur naturelle. L'extrémité *b*, du *conducteur* dans cette planche, et *d*, dans la pl. VII, se termine en pointe émoussée, pour entrer dans une pièce de laiton, ici *f*, *g*, qui porte de grosses *balles* de moelle de sureau, vues en *h*, où elles sont l'une derrière l'autre; ces *balles* sont de grandeur naturelle en figure XIV, XV, de la pl. III, et dans les expériences je les nommerai les grosses *balles*. La place de dépôt de la pièce de laiton qui les porte est en figure XIII, pl. III, et les détails de la forme qu'elle doit revêtir sont dans les figures XXXIX et XL de la pl. II. Le trou qui reçoit l'extrémité du *conducteur*, se voit en *a* des trois *figures*; d'autres petits trous, marqués par deux points sur la pièce de forme ovale fig. XIII; pl. III, reçoivent les crochets des fils métalliques des *grosses balles*. La pièce *b*, *c*, des trois

mêmes *figures*, et *g*, pl. VII, sert de *barrière* pour limiter les mouvements des *balles* en deux sens; cette barrière est étendue, pour la commodité, sans sa place de dépôt, *figure* XIII, pl. III, mais elle se rabat dans l'*électroscope*; et comme ses extrémités ont du frottement dans la pièce ovale, on peut lui donner la situation indiquée par *g* dans l'instrument. On voit dans la *figure* XL de la planche II, deux fils d'une même *balle*; elle se trouve pendante quand elle est en *d*, mais elle est arrêtée en *e* par la partie antérieure de la *barrière c*, quand elle tend à se porter trop en avant. Dans la figure XXXIX, on voit l'usage des côtés de la *barrière*: quand les *balles* pendent librement, leurs fils sont comme *d*, *d*; mais quand elles tendent à trop de *divergence*, ils sont arrêtés comme en *e*, *e*. On verra la raison de ces limites. A l'autre extrémité du *conducteur* de l'*électroscope*, en *c*, pl. VII, il porte une autre paire de *balles*, vues en *e*, où elles sont l'une derrière l'autre. Ces balles sont de grandeur naturelle en *figure* XII, pl. III, elles sont aussi de moelle, avec des fils métalliques; je les nommerai les *petites balles*. Cette extrémité *c*, du conducteur est courbée à angle droit, mais comme on ne peut la voir que de côté dans la pl. VII, je l'ai représentée dans les deux sens,

de grandeur naturelle, dans les figures XIX et XX, pl. II, où la figure XIX, qui la présente de front, montre par des points les petits trous qui reçoivent les crochets des balles. On voit dans la figure de cet électroscope pl. VII, en *i*, *k*, une autre pièce dont il ne s'agira pas encore. Tel est l'instrument dont je vais décrire les usages, pour commencer à développer les phénomènes *électroscopiques*.

320. Il faut d'abord retourner à la pl. IV, à l'égard de laquelle, lorsque j'ai décrit les expériences faites avec les deux *disques* qui y sont représentés de grandeur naturelle, mais vus de côté, dans les figures I et II, j'ai dit qu'il fallait faire abstraction de la figure III, servant à d'autres expériences; et c'est ici que je l'emploierai. Cette figure est celle du *grand électroscope*, dont les grosses balles étant sur la ligne qui passe par le centre des *disques*, sont tracées par des traits continus; mais la tige de verre et son pied, ainsi que les *petites balles* étant plus éloignées, sont indiquées par distinction en lignes ponctuées. Les doubles répétitions de chaque balle, tant grosse que petite, désignent leurs *mouvements* dans une expérience, mais quant à celle qui va suivre, il ne s'agira que de grands *mouvements*, sans détails.

EXPÉRIENCE XLIII.

Les deux *disques* étant à environ $3\frac{1}{2}$ pouces de distance l'un de l'autre, et les *grosses balles* pendant sans électrisation au milieu de l'intervalle, je donne du FLUIDE aux deux *disques*, aussi également que je le peux, en employant l'*entonnoir* avec la *bouteille*, et faisant élever les *balles* des *disques* entre XXX et XL degrés. Aussitôt les deux paires de balles de l'*électroscope* divergent fortement, et si les *grosses balles* n'étaient pas retenues par la *barrière*, elles viendraient frapper les *disques*. Voilà des *divergences* produites en même temps, aux deux extrémités d'un même *conducteur*, sans communication de *fluide électrique*, et il s'agit d'en assigner les causes.

321. Les *disques* étant F +, le *fluide déférent* du FLUIDE qu'ils ont reçu, se porte sur les *grosses balles*; il donne plus de *force expansive* à leur propre FLUIDE, qui se porte ainsi vers les parties plus reculées de leur *conducteur*, et ainsi aux *petites balles*. Par ce déplacement d'une partie du FLUIDE, les *grosses balles* se trouvent avoir *moins* de *matière électrique* que l'*air*, ainsi elles divergent comme *m* —, et d'autant plus fortement, qu'elles tendent en

même temps vers les *disques*, qui sont $m+$. On se rappellera que dans les *divergences*, il ne s'agit que d'm, (soit de la quantité de *matière électrique*). D'un autre côté, les *petites balles* ayant reçu du FLUIDE, sont $m+$ comparativement à l'*air*, et c'est la cause de leur *divergence*.

322. Mais par l'augmentation de *force expansive* du FLUIDE sur les *grosses balles*, tout le système de l'*électroscope* est devenu $ex+$; car le FLUIDE, quelle que soit la cause qui agit sur lui dans quelque partie d'un corps, se met toujours en équilibre de *force expansive* sur ce corps, s'il est *conducteur*, ou sur un *système* de *conducteurs* contigus; ainsi quelque partie qu'on touche de celui de l'*électroscope*, pour le mettre en communication avec le *sol*, il perdra du FLUIDE.

EXPÉRIENCE XLIV.

Je touche, en quelque partie que ce soit, le *système* de l'*électroscope*, aussitôt la *divergence* des *petites balles* cesse, et les *grosses balles*, par la courbure de leurs fils contre la *barrière*, manifestent leur tendance à *diverger* davantage; en voici les raisons.

323. Le système ayant perdu du FLUIDE en

totalité, chacune des deux paires de *balles* en particulier a moins de *matière électrique* qu'auparavant. Les *petites balles*, qui ne reçoivent point de *fluide déférent* des *disques*, se sont mises à tous égards en équilibre avec le FLUIDE du *sol*; ainsi elles sont devenues $m=$, et ne *divergent* plus. Les *grosses balles* ont aussi perdu de la *matière électrique*; et comme elles étaient déjà $m-$, elles le sont devenues davantage, et tendent à une plus grande *divergence*, qu'il fallait prévenir par la *barrière*, sans quoi l'expérience n'aurait pas pu continuer, parce qu'elles seraient venu frapper les *disques*.

324. Voici maintenant un phénomène très-remarquable, et qui fera voir que, sans la connaissance de la marche des *causes* et des *effets* dans les phénomènes *électroscopiques*, les *divergences* sont des signes très-indéterminés.

EXPÉRIENCE XLV.

Tandis que les *grossés balles* divergent si fortement, on peut néanmoins les *toucher*, en mettant le doigt entre elles, sans produire aucun *effet*, ni sur elles, ni sur les *petites balles*.

325. La cause de ce phénomène est très-nécessaire à bien saisir. Le système ayant été mis

en communication avec le *sol*, il est devenu $ex =$ dans toutes ses parties. Or, c'est seulement par la différence de *force expansive* que le FLUIDE peut passer d'un corps à un autre; ainsi, ayant une *force expansive* égale sur les *grosses balles* et sur le doigt qui les touche, elles ne peuvent en recevoir de la *matière électrique*; de sorte qu'en demeurant privées au même degré, leur *divergence* reste la même, malgré ce contact, ou communication avec le *sol*.

326. C'est le passage d'une partie du *fluide déférent* des *disques* aux *grosses balles*, qui produit ces phénomènes; ainsi dès qu'il cessera les phénomènes changeront.

EXPÉRIENCE XLVI.

Je retire les *disques*, à une telle distance qu'ils n'influent plus sur l'*électroscope*. Alors le FLUIDE des *grosses balles*, n'éprouvant plus d'augmentation dans sa *force expansive*, il ne résiste plus autant au FLUIDE du *système*; il en vient donc des autres parties à ces *balles*, et acquérant ainsi de la *matière électrique*, leur divergence $m -$ diminue. Mais une partie du FLUIDE qui arrive à celles-là provient des *petites balles*, qui *perdent* ainsi de la *matière*

électrique, et elles *divergent* comme *m* —. Tout le *système* est alors F —, et ainsi *ex*—; de sorte qu'en le *touchant*, il reprend du FLUIDE par le *sol*, et les *divergences* cessent.

327. Dans les expériences suivantes, ce sera l'*électroscope* qui sera rendu F +, en employant l'*entonnoir*, soit pour prévenir l'oscillation des balles, soit pour régler le degré de l'*électrisation*, et comme les *disques* doivent alors rester dans l'état du *sol* et de l'*air*, il faut les tenir écartés durant cette opération, pour qu'ils ne reçoivent pas du FLUIDE que la *pointe* de l'entonnoir peut répandre dans l'air. Les expériences suivantes, qui regarderont plus particulièrement les effets réciproques des *grosses balles* et des *disques*, serviront aussi à montrer quel est l'effet des *lames d'étain*, qu'on place à côté des cages de verre des *petits électroscopes*, pour augmenter leur *sensibilité*.

328. Pendant l'éloignement des *disques*, il faut donner du FLUIDE à l'*électroscope*, de manière que les fils des *grosses balles* demeurent encore assez distants de la *barrière*. Je suppose que leur divergence soit comme E, E, et que celle des *petites balles* soit comme *e*, *e*. Dans les opérations suivantes, il n'est guères possible de voir à la fois les mouvements des deux *paires de balles*; ainsi je suppose qu'on refait

chacune des opérations, pour ne faire attention qu'à une des *paires* à la fois, et même à l'égard des *petites balles*, qui sont plus éloignées, et où l'on n'a rien pour aider à mesurer leur distance, il faut rendre leur mouvement subit; ce qu'on fait plus aisément en retirant qu'en approchant les disques.

EXPÉRIENCE XLVII.

Les *balles* étant respectivement aux points E, E, et *e*, *e*, j'approche les *disques* à la distance ordinaire; les *grosses balles* s'élèvent alors à D, D—, et les *petites balles* s'abaissent à *d*, *d*—; les balles des *disques* s'élèvent en même temps. Les *disques* sont alors *ex*+, par l'action du *fluide déférent* des *grosses balles*; ainsi, en les *touchant*, on leur enlevera du FLUIDE. Je les *touche*; leurs balles retombent, les *grosses balles* viennent s'appuyer contre la *barrière*, et sont en C, C, et les petites balles se sont abaissées en *c*, *c*.

329. Voici la marche des *causes* dans ces phénomènes. 1.° Quand on approche les *disques* des *grosses balles*, le *fluide déférent* de celles-ci se portant sur les *disques*, augmente la *force expansive* de leur FLUIDE, dont une partie se retire dans leur *électroscope*, et

leur *balle mobile* s'élève comme $m+$, tandis que les *disques* eux-mêmes deviennent $m-$. 2.° Le FLUIDE des *grosses balles* perdant le *fluide déférent* qui passe au *disque*, il ne peut plus résister autant à celui du reste du *système*; il arrive donc de ce côté-là du FLUIDE aux *grosses balles*, et recevant ainsi une nouvelle quantité de *matière électrique*, elles *divergent* davantage par une double cause, d'abord par cette augmentation de *matière électrique*, et de plus, parce qu'elles tendent à se porter vers les *disques* devenus $m-$. En même temps les *petites balles* perdant une partie de la *matière électrique* qu'acquèrent les *grosses balles*, leur divergence $m+$ diminue. 3.° Quand on touche les *disques* qui sont $ex+$, on leur enlève du FLUIDE, et leurs *balles*, qui ne reçoivent pas du *fluide déférent* de celles de l'*électroscope*, sont réduites à $m=$; de sorte que la *balle mobile* retombe. Mais les disques eux-mêmes deviennent $m-$ à un plus grand degré; il s'y porte donc plus de *fluide déférent* des *grosses balles* de l'*électroscope*. Alors celles-ci reçoivent plus de FLUIDE des autres parties du *système*, et devenues ainsi plus fortement $m+$, elles se portent davantage vers les *disques*, devenus eux-mêmes plus fortement $m-$; et en même temps la *divergence* diminue

dans les *petites balles*, parce qu'elles ont perdu une partie de la *matière électrique* reçue par les *grosses balles*. Voilà un ensemble de phénomènes très-singuliers; mais cependant très-clairs, dès que l'on connaît la marche des *causes*; et l'on y voit, comme je l'ai annoncé, quelle est la cause pour laquelle les *lames d'étain* font augmenter la *divergence* des petits *électroscopes*, et les rendent ainsi plus *sensibles*, quand elles communiquent avec le *sol*; elles sont là comme les *disques* dans la troisième partie de cette expérience.

33o. Les *petites balles* de l'*électroscope* ont un autre mouvement, dont je n'ai pas parlé pour ne pas interrompre ce que j'avais à exposer des autres; c'est un mouvement *en avant* ou en s'éloignant du système, qui, dépendant de la *cause* des *divergences*, servira à la faire remarquer ici. Tout le *système* communique du FLUIDE à l'*air*; car c'est par là que son *électrisation* se dissipe; mais l'*air* renfermé dans l'enceinte du *système*, en reçoit *plus* que ne peut en recevoir l'*air* extérieur; c'est pour cela que les *petites balles*, qui étant loin de l'influence des *disques*, n'obéissent qu'à l'état de l'*air*, en même temps qu'elles *divergent* entre elles, se portent vers l'*air* extérieur qui diffère le plus d'avec elle.

331. On n'a pu voir dans les expériences précédentes, quant aux modifications des *disques*, que les effets qui en résulteraient sur leurs propres *balles*; mais il est essentiel de donner la preuve de ce que j'ai dit, que par l'action du *fluide déférent* des *grosses balles*, les *disques* eux-mêmes devenaient $m -$, tandis que leurs *balles* devenaient $m +$, et que tout l'ensemble était $ex +$; parce que cela nous conduira plus avant dans les phénomènes *électroscopiques*. C'est à quoi servira directement l'appareil que je vais décrire; mais lorsqu'on se le sera rendu bien familier, il pourra servir à diverses autres expériences.

332. Cet appareil est représenté, à la moitié de ses dimensions, par la pl. IX. L'*électroscope* A, B, est le même que dans les expériences précédentes, et il est aussi placé de manière que les *grosses balles* soient entre les deux *disques*; mais on ne voit qu'un de ceux-ci en C, D, l'autre est supposé hors de la planche. La base *a*, *b*, qui porte ce *disque* avec d'autres pièces, est la planche inférieure du *Nécessaire*, sur laquelle peuvent rester, pendant l'expérience, les pièces qui ne lui sont pas nécessaires. La tige D du *disque* entre dans un trou indiqué en C, pl. II. Le *disque*, au lieu de l'*électroscope* qui lui était fixé dans les expériences précédentes, porte

une pièce courbée à angle droit, représenté par la *fig.* XXI de la même pl. II; son extrémité *a*, qui est limée en quarré, entre dans un trou de même forme au sommet du *disque*; l'extrémité *b*, est un double crochet semblable à celui qui est représenté de front par la *fig.* XV de la même planche, et il porte une paire de petites *balles*, *fig.* II, pl. III; cette pièce et ses balles se voient en *c*, *d*, *r*, pl. IX. La pièce *e*, *f*, est une tige de verre *vernissé*, portant une tête de bois; c'est la même qu'on a déja vue dans la pl. V, servant au *tableau magique*, et qui est de grandeur naturelle, à sa place de dépôt, *fig.* VII, pl. II; elle entre en *f* dans un trou de la base, qui est indiqué en B, dans la même pl. II. La baguette de laiton, *fig.* VIII de la même planche, qui servait aussi à porter le *tableau magique*, est portée ici par la tige de verre *e*, *f*, pl. IX, avec l'addition d'un fil de laiton à boucle, *h*, *g*, qui entre dans un trou de la baguette; la place de dépôt de cette pièce est en *fig.* XLII, pl. II. Avant que de mettre ce conducteur additionnel à la baguette *g*, *e*, il faut le faire passer dans la plus petite des boucles d'une pièce que je nommerai le *conducteur mobile*; c'est celle qu'on voit à sa place de dépôt en la *fig.* XXII, pl. II, terminée par deux boucles *a*, *b*; près de la boucle *b* est fixée

une soie, là enveloppée, ayant à son extrémité une petite boule de bois qui se loge dans la boucle. Cette pièce est représentée deux fois, avec sa soie développée dans la pl. IX; une fois par des lignes continues, en *i*, *k*, *l*, quand elle repose par sa grande boucle sur la pièce *c*, *d*, et une autrefois par des lignes ponctuées en *m*, *n*, *o*, quand, n'étant pas employée, elle reste seulement suspendue au petit conducteur *h*, *g*. Enfin un autre petit conducteur à double crochet, *e*, *p*, portant une paire de petites balles, entre aussi dans la pièce de bois *e*, et rencontre dans son axe l'extrémité du conducteur *g*, *e*, de sorte qu'elle est comme une continuation de ce conducteur. Cette pièce se voit à sa place de dépôt en la *fig.* XVI, pl. III.

333. C'est avec cet appareil que nous pourrons découvrir ce qui se passait dans le *disque*, et même dans son *électroscope*, lorsque les *grosses balles*, électrisées F+, agiront sur lui comme dans l'expérience précédente, et l'on y reconnaîtra la cause des effets qu'il produisait réciproquement dans le système du grand *électroscope*. Ces *effets réciproques*, découverts par M. VOLTA, sont la clef de tous les phénomènes électriques; on en verra la marche dans les expériences que je décrirai; et l'on pourra

y suivre très-distinctement les *causes* que je leur assigne.

EXPÉRIENCE XLVIII.

Le *conducteur mobile* et sa soie étant d'abord dans la situation *m*, *n*, *o*, et tout le *système* du *disque* étant F ±, je donne du FLUIDE, comme auparavant, au *système* des *balles* (alors écarté) en quantité suffisante, pour que les *grosses balles*, amenées entre les *disques*, se trouvent dans le degré de divergence E, E, distantes encore de la *barrière*, et les *petites balles* dans la divergence *e*, *e*. Quand l'*électroscope* vient prendre cette position, ses deux paires de *balles* ont déja subi les modifications de l'expérience précédente à l'approche des *disques*; les *grosses balles* en particulier se sont un peu écartées, en perdant de leur *fluide déférent* avec les *disques*; ce qui a permis au FLUIDE des autres parties de leur *système* de se porter vers elles; et réciproquement, ce *fluide déférent*, perdu par les *grosses balles*, ayant été reçu par le disque *c*, son FLUIDE a acquis plus de *force expansive*, et il en est passé aux petites balles *r*, qui ont divergé en *q*, *q*, comme *m* +; et le *disque* a dû devenir par-là *m* —. Voilà ce que j'ai dit à l'égard de l'expérience précédente; mais

ici j'ai d'abord à prouver la modification du *disque*, puis à suivre d'autres effets.

EXPÉRIENCE XLIX.

334. Les choses étant dans ce premier état, je donne plus d'étendue au *système* du *disque*, pour que le FLUIDE du *disque* lui-même, dont la *force expansive* est augmentée par le *fluide déférent* des *grosses balles*, ait plus d'espace pour se retirer; et cela s'exécute en portant par sa soie, le *conducteur mobile* dans la situation *i*, *k*, la soie pendant alors en *l*. Or, il résulte de-là quatre mouvements qu'on ne peut guères suivre à la fois; mais ce qu'on n'apercevra pas au premier coup-d'œil, on pourra l'observer à part en répétant l'expérience (c'est ce que je supposerai toujours en cas pareil). 1. Les petites *balles* du *disque* cessent de *diverger*, et retombent en *r*. 2. Les petites *balles* semblables, qui sont à l'extrémité *p* du *système divergent* comme *s*, *s* —. 3. La grosse balle de l'*électroscope*, voisine du *disque*, se porte plus près de lui, et prend la position F —. 4. Les *petites balles* de ce *système* se rapprochent un peu, et prennent la position *f*, *f*. Tels sont les *effets visibles* de changement dans le système du *disque*, et voici la marche des *causes invisibles*.

335. 1. Le FLUIDE qui s'était retiré du *disque*, par l'effet du *fluide déférent* de la *grosse balle*, et qui d'abord avait été retenu dans le petit espace *c*, *d*, *r*, a pu maintenant se porter jusqu'à l'extrémité *p* du *système*, et il n'en est point resté à ses *balles*, qui sont retombées en *r*, comme *m* =. — 2. Ce FLUIDE partant du *disque*, est donc passé jusqu'aux petites *balles*, suspendues à l'extrémité *p* du *système*, qui ont ainsi reçu une nouvelle quantité de *matière électrique*, et ont divergé en *s*, *s* comme *m* +. — 3. Par ce plus grand espace qu'avait le FLUIDE pour se retirer en partant du *disque*, celui-ci en a perdu davantage ; son état *m* — a augmenté ; le *fluide déférent* de la *grosse balle* s'y est porté en plus grande quantité, ce qui ayant diminué davantage la *force expansive* de son FLUIDE, il lui en est venu une plus grande quantité du reste de son *système*, et elle s'est élevée en F vers le *disque*, par la double cause déja expliquée dans l'expérience précédente. — 4. Enfin les *petites balles* de ce même *système* du *grand électroscope* ayant perdu une partie de la *matière électrique* qui est passée à la *grosse balle*, elles se sont rapprochées en *f*, *f*.

336. Il y a encore une circonstance non prouvée dans cette explication, qui se prouvera di-

rectement dans une autre expérience ; savoir, que le *disque c* est $m -$; mais ce qu'il importe de considérer ici, c'est cette circonstance, que dans le *système* du *disque*, qui est $ex=$ dans toute son étendue, comme l'expérience suivante le prouvera, il y aît un point *r* où il ne se manifeste point de *divergence*, et qui par conséquent doit être $m =$. Tel est le phénomène qui nous occupera le plus dans la suite, mais auparavant il faut voir ici la marche de ces petites *balles* en *r* par d'autres modifications de l'appareil.

337. Dans cet état des choses, il y a plusieurs expériences à faire, mais successivement, en ramenant toujours le *système* du *disque* au même état où il est maintenant. Voici la première de ces expériences.

EXPÉRIENCE L.

Je soulève le *conducteur mobile* par sa soie, ce qui ne change rien à l'état des *balles* des deux *systèmes*. Je touche celui de l'*électroscope* pour le réduire à l'état du sol ; alors les balles *r* du *disque* divergent. Je fais retomber sur *c*, *d*, en *i*, le *conducteur mobile* ; et si le temps est favorable, c'est-à-dire, si la grosse balle n'a point transmis de FLUIDE au *disque*

par l'air, les *divergences* cessent également dans le *système* du *disque*, en *q*, *q*, et *s*, *s*. Il n'y avait donc qu'un *déplacement* de *matière électrique* dans ce *système*, produit par l'augmentation de *force expansive* dans le FLUIDE du *disque*, et voici sa marche.

338. Cette *matière électrique* sortie du *disque*, avait d'abord été arrêtée dans la pièce *c*, *d*, *r*, dont les balles ainsi divergeaient *m* + en *q*, *q*. Par la communication établie entre ce petit *système* et le conducteur *h*, *g*, *p*, non-seulement toute la nouvelle *matière électrique* surabondante dans les balles *r*, les a quittées; mais il en est parti davantage du *disque*, parce qu'elle avait plus d'espace pour se dilater, et il en est parvenu jusqu'à l'extrémité *p* où les petites *balles* ont divergé *m* +. La division seule du système, par l'enlèvement du *conducteur mobile*, n'a rien changé à cette nouvelle distribution de la *matière électrique*; mais quand le *fluide déférent* de la *grosse balle*, qui avait produit ces effets, a été supprimé par la décharge de l'*électroscope*, la perte de *matière électrique* qu'avait fait le *disque*, s'est manifestée, parce que le petit système *c*, *d*, *r*, s'est mis en équilibre avec lui; les balles *r* ont alors *divergé*, en signe que le *disque* était *m* —, comme je l'ai dit ci-dessus. Mais la *matière*

électrique qui manquait à cette partie, se trouvait dans l'autre partie du système, de *h* à *p*, où les petites balles divergeaient comme *m*+; ainsi, à la réunion des deux parties, les divergences *m*— et *m*+ ont cessé, et tout le système est redevenu *m*=.

339. Retournons maintenant à l'état où les choses se trouvaient à la fin de la pénultième expérience. La dernière a prouvé qu'alors le *disque* et son petit système *c*, *d*, *r* étaient en total *m*—, quoique les balles *r* ne divergeassent pas. Or, ce que j'ai à prouver maintenant, c'est que, malgré cet *m*—, il était *ex*+ comme le système total, par l'augmentation de *force expansive* de son FLUIDE, causée par le *fluide déférent* de la *grosse balle*; ce qui était cause des déplacements de *matière électrique*.

EXPÉRIENCE LI.

Dans cette expérience, ayant enlevé le *conducteur mobile* qui réunissait les deux parties du *système* du *disque*, je laisse ce conducteur suspendre en *m*, *n*, pour tenir séparés du reste, le *disque* avec son petit système *c*, *d*, *r*, sur lequel je veux agir. J'ai dit qu'il était *ex*+, quoique privé d'une partie de sa *matière électrique*, et ainsi *m*—; on pourra donc lui en-

lever du FLUIDE, en le faisant communiquer avec le *sol*. Pour cela, je prends la *pointe* déliée dont j'ai fait mention au §. 279, et je m'en sers pour toucher le *disque*, afin de n'en pas approcher mon doigt, dont l'influence agirait sur la *grosse balle*. Le FLUIDE que j'enlève ainsi au *disque*, fait *diverger* ses *petites balles*, qui deviennent alors *m* —. Je touche aussi l'autre *disque*, dont il n'a pas été question jusqu'ici, et enlevant ainsi plus de *fluide déférent* aux *grosses balles* de l'*électroscope*, il y vient plus de fluide des parties reculées, et elles prennent la position G, G, en même temps que les *petites balles* tombent en *g*, *g*, par une nouvelle perte de *matière électrique*. La *grosse balle* qui influe sur le *disque* en étant alors plus près, je touche encore le *disque* avec la *pointe*; ce qui augmente un peu la *divergence* de ses petites balles, comme *m* —. Dans cet état, on peut les toucher avec la *pointe*, sans faire cesser leur *divergence*; car ce petit *système* étant devenu *ex*=, le *sol* ne peut plus avoir d'effet sur lui; c'est le même cas que l'expérience XLV.

EXPÉRIENCE LII.

Touchant alors l'*électroscope*, pour faire cesser l'influence de ses *grosses balles* sur le

disque, les *petites balles* divergent davantage, parce que le FLUIDE du disque n'ayant plus l'augmentation de *force expansive* que lui procurait l'augmentation de *fluide déférent*, résiste moins à celui des *petites balles*, qui lui passe en partie, et elles deviennent ainsi $m-$ à un plus grand degré. Qu'on amène alors le *conducteur mobile* sur c, d, pour mettre les deux parties du *système* en communication entre elles, faisant attention au moment du contact, à ce qui arrivera aux petites balles en s, s. On les verra *tomber* d'abord, puis se *relever*, mais moins qu'auparavant; elles étaient $m+$; elles ont passé un instant par l'état $m=$, et se sont relevées comme $m-$; partageant alors la perte de FLUIDE qu'avait faite la partie antérieure du *système*, et celle-ci recevant le FLUIDE que l'autre perd alors, la divergence $m-$ de ses balles diminue.

340. Il reste encore une expérience à faire, en retournant à l'état où les choses se trouvaient à la fin de l'expérience XLVIII, état où les *grosses balles* de l'*électroscope* influaient sur le *disque*, alors en communication avec tout son *système*. On a déja vu que le *disque* lui-même était $m-$, quoique tout le *système* fut $ex+$, et il reste à voir l'effet de l'attouchement de quelque partie du *système* dans cet état de *réunion*.

EXPÉRIENCE LIII.

Les petites balles *r* ne divergent point, elles sont $m =$, les balles *s*, *s* divergent à l'extrémité du *système* opposée au *disque*, et elles sont $m +$; mais le *système* en totalité est $ex +$; de sorte qu'en quelque partie que je touche avec la pointe, je lui soutire du FLUIDE. Alors la divergence cesse aux balles *s*, qui, éloignées de l'*influence* des *grosses balles* n'étaient $m +$ et $ex +$ que par le FLUIDE qui leur était venu du *disque*; elles perdent ce FLUIDE avec le *sol*, et deviennent $m =$, comme elles sont $ex =$ avec tout le reste du *système*; mais le *petit système* du *disque* a fait une nouvelle perte de *matière électrique*; ce qui fait diverger ses petites balles *r* comme $m -$. Qu'on décharge alors l'*électroscope* pour priver le *disque* du *fluide déférent* qu'il recevait des *grosses balles*. Alors tout se met en équilibre dans le *système* du *disque*, tant la *force expansive* que la *matière électrique*; il est devenu $ex -$; les petites balles *s* ayant perdu de leur *matière électrique*, divergent comme $m -$, et le FLUIDE qu'a perdu cette partie du *système* étant passé du côté du *disque*, la divergence $m -$ de ses balles *r* diminue.

341. Je me borne aux expériences précédentes quant à l'usage de cet appareil, l'un de ceux qui fournit le plus de ressource pour en essayer ; je l'ai souvent eu plusieurs heures de suite devant moi, en suivant les idées d'épreuves qui se succédaient dans mon esprit, soit avec le *grand électroscope*, et alors sans changement dans l'appareil, soit en employant une *influence* plus forte, telle que celle d'un *disque*, ce qui exigeait de plus grosses balles ; ou en présentant de front les *grosses balles* de l'*électroscope* au *disque c* ; cas auquel sert la partie antérieure de la *barrière*, pour que les *balles* n'aillent pas frapper le *disque* ; enfin je variais encore les expériences en approchant, ou écartant le corps *influant*, ce qui fait changer les phénomènes décrits ci-dessus quant aux balles *r*, pour lesquelles il faut une certaine distance fixe, ou une certaine *électrisation* du corps *influant*.

342. Ce dernier objet demande que je m'explique davantage. J'ai déja fait remarquer au §. 336, comme un phénomène très-important, que dans l'expérience XLVIII, où le *disque c* était $m-$, et les *balles* en *s*, *s* étaient $m+$, il y eut sur le même *système* de conducteurs un point où les petites balles *r* ne divergeassent point, et fussent ainsi $m=$. Ce n'est pas là un nouveau fait, et ce point distinct sur un *con-*

ducteur, à l'extrémité duquel s'exerce une *influence*, est nommé communément *point neutre*. On exprime ainsi ce phénomène : « L'extrémité « d'un conducteur sur lequel s'exerce une *in-* « *fluence*, passe à l'*état contraire* à celui du *corps* « *influant;* l'extrémité opposée revêt le *même* « *état* que ce corps; et il y a un point intermé- « diaire dont l'*état* ne *change* pas. » Mais ce phénomène est beaucoup plus compliqué qu'on ne le pense d'ordinaire, et l'expression même que je viens de citer n'est pas correcte; elle n'est vraie que pour une partie du phénomène, qui détermine les *divergences*, et non point pour celle qui fixe la manière dont le *conducteur* sur lequel j'exerce l'*influence*, agira à l'égard des autres corps. En d'autres mots cela n'est vrai que de la *densité* du FLUIDE, soit de sa quantité proportionnelle de *matière électrique*, et nullement de sa *force expansive ;* car elle augmente *également* sur tout le *conducteur* par l'influence d'un corps F +, et diminue *également* par celle d'un corps F —. Et au premier égard même, quoique la quantité et la nature des *divergences* dépendent de la *matière électrique*, ce n'est pas sur le *conducteur* même qui reçoit l'influence qu'on trouve réellement le *point neutre* ou point $m =$; car on ne pourrait le reconnaître que par un *électroscope*, et dès qu'on lui applique l'instrument,

celui-ci en devient partie ; et l'on ne connaît que l'état de ses propres *corps mobiles*, ses *balles* d'ordinaire, dont l'état peut différer beaucoup de celui du point du *conducteur* auquel l'*électroscope* s'applique, quoique la même *force expansive* du FLUIDE règne sur tout le *système*. En un mot, c'est là un phénomène très-compliqué, et en même temps de la plus grande importance ; car il embrasse toute la théorie électrique, et en particulier l'intelligence du langage des *électroscopes* en dépend absolument ; c'est pourquoi j'en ferai le sujet de la SECTION suivante.

SECTION V.

Expériences relatives à ce qu'on nomme le POINT NEUTRE *sur les conducteurs, à l'une des extrémités desquels s'exerce l'*INFLUENCE *d'un corps électrisé.*

343. Le second appareil dans lequel je ferai observer ce *point* nommé *neutre*, sera le *grand électroscope* qui a servi aux expériences précédentes. Pour cet effet, il faut revenir à la *fig.* 1, pl. VIII, où l'on voit sur le *conducteur* de cet instrument, près de l'extrémité *d*, une pièce en traits ponctués *i*, *k*, que je dois maintenant introduire, parce qu'elle reparaîtra dans d'autres appareils.

344. Je nommerai cette pièce le *curseur à lames*, ou simplement *curseur;* on le voit de grandeur naturelle à sa place de dépôt, en *fig.* XXIII, pl. II. Cette pièce est composée d'une fourchette de laiton *a*, *a*, *b*, *b*, au sommet de laquelle est un double crochet *c*, servant à la suspendre où il est besoin, comme en *i* sur le conducteur du grand *électroscope*. Je donne le nom de *curseur* à cette pièce, parce qu'on la

fait mouvoir sur les *conducteurs*, et c'est par la soie de l'*archet*, *fig.* x, pl. II. L'élasticité de la fourchette *a*, *a*, *b*, *b*, permet d'en écarter un peu les extrémités, pour faire entrer dans deux petits trous *b*, *b*, les pivôts de deux axes, au milieu desquels est fixée à angles droits une petite *lame* représentée deux fois dans la *figure*, une fois par les lignes ponctuées *e*, quand elle est pendante (comme en *k* sur l'électroscope), et une autre fois par les lignes continues *e*, *e*, où elle est renversée sur sa monture pour la mettre à sa place de dépôt; là elle est retenue par une pièce tournante *d*, *d*. Il y a, comme je l'ai dit, deux *axes*, ayant chacun une telle *lame*; elles sont d'argent doré, faite de la lame qu'emploient les brodeurs. Ces lames pendent très-librement l'une auprès de l'autre, et divergent par de très-petits degrés d'électrisation; mais mon principal motif pour les employer (car on peut avoir de petites balles aussi légères) c'est leur inflexibilité par la tranche, qui, avec les *axes*, étaient indispensables dans les expériences pour lesquelles je les emploie. Je ne pouvais pas mettre une *barrière* à de si petits *électroscopes*, et les petites *balles* se portaient vers le corps électrisé dès qu'elles en approchaient. Au lieu qu'avec ce petit électroscope, où la divergence des lames se fait dans un plan

parallèle au disque, leurs axes et leur roideur par la tranche, empêchent tout mouvement en avant; ce qui ne gêne point leur mouvement latéral, quoiqu'elles soient voisines du disque; on verra la nécessité de cette construction dans quelques expériences.

345. Je viens aux expériences avec ce *curseur* sur le *conducteur* du grand *électroscope*, où je le suppose placé d'abord au point *i*.

EXPÉRIENCE LIV.

Les deux *disques* étant assez écartés des grosses *balles* de l'*électroscope*, pour qu'en leur donnant du FLUIDE, les balles ne fassent encore aucun mouvement, je les amène vers elles aux deux côtés, de la même manière que dans la pl. IV; quand elles commencent à diverger, les *lames* du *curseur* divergent aussi; je l'enlève alors en prenant ses crochets par la boucle de soie de l'*archet*, puis, présentant *au dessus* de lui un bâton de cire frotté, la *divergence* des *lames* augmente, en signe qu'elles sont *m* —. Remettant d'abord le *curseur* à la même place où il diverge *m* —, je le fais mouvoir avec l'archet en l'éloignant du point *d*: la divergence de ses *lames* va en diminuant; mais il faut arriver très-près de la pièce d'ivoire qui porte le *con-*

ducteur, pour que la *divergence* cesse. Là donc se trouve le point $m=$ pour les *lames*, entre les *grosses balles* qui sont $m-$, et les *petites balles* qui sont $m+$; point semblable à celui qu'on a vu dans les expériences précédentes.

346. Voici maintenant un phénomène qui demande d'être considéré. En approchant davantage les *disques* des *grosses balles*, leur *divergence* comme $m-$ et celle des *petites balles* comme $m+$, augmentent proportionnellement. Ne paraît-il pas d'abord que le point $m=$ devrait demeurer à la même place, comme une espèce de point d'*équilibre*? Or, voici ce qui arrive.

EXPÉRIENCE LV.

J'approche les deux *disques* des *grosses balles* jusqu'à ce qu'en se portant contre lui, elles s'appuient contre la *barrière*. Alors aussi les *petites balles* divergent davantage, et les *lames* du *curseur* divergent de nouveau : je l'enlève, et je trouve que ses *lames* divergent comme $m+$: je le remets à la même place, et avec l'archet, je le fais rétrograder sur le *conducteur* : la *divergence* des *lames* diminue par degrés; mais il faut qu'il retourne près de l'extrémité *d* du conducteur, pour que la *divergence* des *lames* cesse,

cessé, et qu'elles soient ainsi $m=$ à la même place où elles étaient $m-$ auparavant.

347. Ce phénomène du changement de place du point $m=$, exprimé par le même *électroscope* sur le même *conducteur*, suivant que le corps influant (ici les *disques*) déplace plus ou moins de FLUIDE de la partie du *conducteur* sur laquelle il *influe* le plus (ici les *grosses balles*), m'a entraîné depuis longtemps à bien des recherches pour en chercher la cause, et ce n'est qu'après l'avoir découverte, que j'ai pu fixer la théorie de ce phénomène : il en faudra plusieurs pour en parcourir toutes les variétés ; mais avant que d'y venir, comme ils sont assez compliqués dans les dessins, j'en décrirai d'abord séparément quelques pièces ; ce qui aidera à entendre les appareils dans lesquels elles entreront.

348. Il s'agit ici de la pl. X, dont toutes les pièces sont réduites à la moitié de leurs dimensions. On y voit d'abord un des *disques*, à la même hauteur où il se trouve dans toutes les expériences ; mais il est tenu à cette hauteur de deux manières, suivant les cas : dans quelques expériences, il est porté comme on l'a vu jusqu'ici, sa tige de verre étant verticale comme *a*, *a*, et fixée à la demi-planche *c*, *c* ; mais dans d'autres cas, sa tige devient horizontale comme *b*, *b*, et elle est portée par une colonne de bois

d, d, f, f, la seule pièce du *Nécessaire* qui soit hors de sa boîte, et qui est elle-même une boîte, renfermant d'autres pièces dont je parlerai quand il en sera temps, ainsi que d'un autre usage de la colonne; mais ici je ne la considère que comme portant le *disque* à la même hauteur que dans sa situation ordinaire. Au dessous du trou qui tient la tige du disque en *b*, se trouve un autre trou *f*, dans lequel entre aussi cette tige pour d'autres expériences; mais alors le *disque* change de position, son plan devient horizontal.

349. La tige de verre *h, h,* à tête d'ivoire, et son pied *i, i,* appartiennent au *grand électroscope;* mais ici cette tige porte un autre appareil. C'est d'abord la baguette de laiton, courbée à angle droit, qu'on voit de grandeur naturelle à sa place de dépôt, *fig.* XXIV, pl. II: son extrémité *a* entre dans la tête d'ivoire, en *k*, pl. X; son autre extrémité ne se voit pas dans cette planche, elle est en *f*, pl. II, où elle se termine en anneau, portant une double boucle à laquelle pend une pièce de laiton, *fig.* XXVI de cette même pl. II, par un crochet *a;* une soie qui s'y trouve là enveloppée, ayant à son extrémité une petite boule de bois *c*, sert à transporter, lorsqu'il est besoin, cette pièce, que je nommerai le *conducteur mobile*,

sur d'autres *conducteurs*, où elle est retenue par la fourchette *b*, qu'on voit en *q*, avec sa soie en *r*, pl. x.

350. Cette monture est destinée à porter la pièce *m*, *n*, *n*, *o*, qui, dans les expériences suivantes, remplacera les *grosses balles* de la dernière expérience; c'est-à-dire, qu'elle deviendra la partie *antérieure* des conducteurs, celle sur laquelle s'exercera la plus grande *influence* du *disque*, quand elle sera réunie aux autres conducteurs par le *conducteur mobile*. Cette pièce se voit à sa place de dépôt et de grandeur naturelle, dans la *fig.* XXV, pl. II, où les mêmes lettres désignent les mêmes parties que dans la planche X. Le disque, ou plaque *o*, que dans les expériences je nommerai la *plaque*, est porté par les tourillons *n*, *n*, d'un demi-cercle de laiton, sur lesquels elle peut tourner pour prendre la situation horizontale, quand le *disque* devient horizontal. Le fil de laiton *l*, *m* sert à fixer la *plaque* à la monture que j'ai décrite, dont je nommerai la branche de laiton le *conducteur de la plaque*; ce fil y entre au point *l*, et il est fixé par une virole *p*; mais pour mieux juger de cette jonction, il faut retourner au *conducteur* de grandeur naturelle, *fig.* XXIV, pl. II, où l'on y voit, en *b*, *c* la place de deux trous, l'un *c*, qui est celui dans le-

quel entre le crochet *l*, quand le *conducteur* est vertical comme dans la planche x; et le trou *b* sert à recevoir le crochet *l*, quand le *conducteur* devient horizontal. La virole *d* (*fig.* XXIV, pl. II) est fendue dans sa longueur, pour que le crochet *l* ne l'empêche pas de venir embrasser la queue de la *plaque* (*l*, *m*, pl. x), et cette virole ne peut pas sortir à cause de la goupille *e*.

351. Telles sont les formes et les destinations générales des pièces réunies dans la pl. x. On pourra comprendre qu'il m'aurait été difficile de les rendre aussi sensibles dans les dessins des appareils auxquels elles participent, et que leurs descriptions auraient été un embarras dans celles de ces appareils; je m'en rapporterai donc à cette planche pour tout ce qu'il ne sera pas nécessaire de répéter.

352. Le premier appareil destiné aux expériences sur ce point si important $m=$, est représenté dans la pl. XI. On y reconnaîtra d'abord en *a*, *b*, la même tige de verre, avec son pied de laiton, qui, avec la baguette de laiton courbée *c*, *d*, *e*, a servi dans la pl. v à suspendre le *tableau magique*; seulement cette baguette a ici une petite boule en *e*, pour empêcher le *curseur à lames* qui s'y trouve suspendu en *f*, de pouvoir tomber quand il est près de cette

extrémité. J'ai indiqué sur cette baguette une division en pouces et demi-pouces, faite par des points. On retrouvera aussi dans cet appareil celui de la *plaque* que je viens de décrire; son support *k, l,* son conducteur vertical *h, i,* son *conducteur mobile h, m,* dont la soie repose sur le conducteur *r, s,* où elle est aisément saisie par la petite boule *n;* enfin la queue de la *plaque i,* et la *plaque* elle-même, vue de côté en *x*, devant le disque vu aussi de côté. Ici il faut concevoir qu'il est porté par la *colonne* de la planche x, qui n'aurait pu être dessinée ici sans couvrir d'autres pièces; mais on se la représentera aisément, parce que la section de la tige de verre du *disque* est en *y*.

353. Le *conducteur* supérieur *r, s,* pl. xi, par lequel j'ai dit que celui de la *plaque* vient communiquer au système du *curseur,* pour en faire quelquefois partie, est courbé à angle droit en *r,* et son extrémité inférieure *q* entre là dans un anneau *c*, fixé au conducteur *c, d, e*. On voit le premier à sa place de dépôt, de grandeur naturelle, dans la *fig.* xxvii, pl. ii. Celle de ses branches qui s'y termine en *a* est limée en cone, pour qu'elle s'arrête d'une manière solide en deux points; l'un près de son extrémité *a,* qui est *q* dans la pl. xi, entre dans l'anneau

c, après avoir passé en haut dans un autre anneau en *p*, même planche. La pièce *o*, *p*, qui porte cet anneau, est *fig.* XXVIII, pl. II. L'anneau étant horizontal dans l'appareil, ne peut pas se voir dans la pl. XI ; mais on le voit en *b* dans la pl. II ; à son extrémité *a* il porte une petite boule, qu'il faut ôter pour le faire passer par la tête d'ivoire de la pl. XI. Cette pièce est aussi limée un peu en cone, pour se fixer au point convenable dans la tête d'ivoire, et ce point est celui auquel la branche *r*, *q*, fermement assujettie dans l'anneau en *p*, est verticale ; ce qui rend horizontale sa branche *r*, *s*, qui doit être alors dans le même plan que la branche *d*, *e*, du conducteur inférieur.

354. Quand ces parties sont arrangées, on remet la petite boule *o* à sa place, au petit conducteur *o*, *p*, et elle sert à prévenir la chûte d'un autre *électroscope à lames o*, *t*, qu'on voit de grandeur naturelle à sa place de dépôt dans la *fig.* IX, pl. II ; il est placé là dans un enfoncement, et son crochet en *a*, joint à une pièce tournante *b*, l'y retiennent. On voit en *c* deux *points* dans cette *figure* ; ce sont les extrémités de deux goupilles sur lesquelles les *lames*, formées en petites boules dans le haut, se meuvent librement.

355. Cet ensemble de conducteurs, pl. XI,

s, *r*, *c*, *q*, *d*, *e*, avec le petit conducteur *o*, *p*, formera maintenant le *système* des *lames*; comme dans les expériences précédentes nous avions le *système* des *balles*; il renferme l'*électroscope* à *lames* que je nomme le *curseur*, qui se trouve en dans la *figure*, et l'autre *électroscope* à *lames* qui, dans sa place *o*, *t*, est la partie du système la plus distante du disque *y*, et je le nommerai les *lames de l'arrière*. La partie antérieure simple du *système*, sera d'abord le *curseur* même, et principalement ses *lames* qui sont vis-à-vis du disque *y*. Dans les premières expériences, une pièce tracée en lignes ponctuées *u*, *u* et *v*, *v*, ne sera pas à l'appareil, et le *curseur* se mouvra le long du conducteur *d*, *e*, dont la boule *e* deviendra partie *antérieure* quand le *curseur* sera éloigné. Dans une autre expérience, ce *conducteur* sera ôté, et le *curseur* sera suspendu au bas de la pièce *u*, *u*, *v*, *v*. Là se réunissent les deux branches de cette pièce, que par cette raison je nommerai la *grande fourchette*; ses extrémités supérieures *u*, *u*, sont formées en anneaux, par lesquels elle est suspendue, et peut se mouvoir le long du *conducteur r*, *s*, conduisant ainsi le *curseur* sur la même ligne horizontale, que s'il se mouvait sur le conducteur *d*, *e*. Celui-ci alors n'y étant plus, le

conducteur supérieur ne peut plus être fixé par le bas dans l'anneau *c* ; alors il faut substituer à ce conducteur, dans le trou de la même pièce d'ivoire, en *z*, une pièce qu'on voit à sa place de dépôt dans la *fig.* XXX, pl. II, dont le tourillon *a* entre dans la pièce d'ivoire, et le canon vertical *b* reçoit l'extrémité *q* du conducteur supérieur, pl. XI. Tel est donc le *système* simple des *lames* : dans quelques expériences, sa partie *antérieure* est alors principalement le *curseur;* mais quand le *système* de la *plaque* vient s'y joindre par le *conducteur mobile* h_2, *m*, c'est alors la plaque *x* qui devient la partie *antérieure* du *système* total.

356. J'ai dit que le *corps influant* dans ces expériences, est l'un des *disques*, qu'on voit de côté avec la section de sa tige alors horizontale, en *y*, porté là par la colonne, pl. X. Je ne lui suppose point d'*électroscope ;* on a vu suffisamment dans les expériences précédentes, les modifications qu'il éprouve lui-même, tandis qu'il *influe* sur d'autres corps. Je ne lui donne pas le FLUIDE à la place où il se trouve dans la *figure ;* l'approche du *bouton* de la bouteille communiquerait du FLUIDE par l'*air* au *système des lames ;* je tiens donc la *bouteille* aussi éloignée que mon bras peut l'étendre, pour prévenir toute influence de sa

part, et prenant la *colonne* dans ma main je porte le *disque* en contact avec ce *bouton* : en le ramenant à sa place, il faut qu'il s'y présente de front, parce que s'il arrive par un côté, les *lames* du curseur se soulèvent vers lui, et prennent, par leurs extrémités, du FLUIDE à l'air qui l'environne; ce qui n'arrive pas quand il se présente de front, parce qu'elles ne peuvent pas se soulever vers lui. J'ai déja dit plusieurs fois que tous les phénomènes sont les mêmes, sauf l'épreuve de la *nature* des *divergences*, soit que le *corps influant* soit F —, soit qu'il soit F+. Quand je veux faire l'expérience sous la première de ces formes, je pose la *bouteille* sur un support *isolant*, je mets son *bouton* en communication avec le *sol*, et alors je porte le *disque* contre la *feuille d'étain* extérieure. Je supposerai toujours dans les expériences que le *disque* est F+, et c'est d'après cela que les *divergences* seront nommées.

357. L'objet de l'attention dans les expériences suivantes, doit être principalement l'effet du changement dans la partie *antérieure* du *système des lames*.

EXPÉRIENCE LVI.

La *plaque* est écartée, et le *curseur* d'abord au point *f*, correspondant au *premier point* de la *division* sur le conducteur *d*, *e*, est la partie *antérieure* du *système*. Je charge le *disque*, et je le place en *y* avec la précaution indiquée. Aussitôt les *lames* du *curseur* divergent de 3 à 4 lignes, et les *lames de l'arrière*, en *o*, *t*, divergent d'environ $\frac{1}{2}$ ligne; celles-ci sont $m+$, et les premières $m-$. On peut toujours s'assurer de la *nature* des *divergences* que j'indique, en enlevant les *électroscopes* par la boucle de soie de l'*archet*, et présentant au dessus d'eux un bâton de cire frotté; car, dans quelque état qu'ils se trouvent par l'effet de l'*influence*, ils le conservent (si le temps est comme il doit être pour toutes ces expériences) quoique séparées du *système*. Je fais alors mouvoir le *curseur* avec la soie de l'*archet*, dans le sens qui l'éloigne du *disque*; à mesure qu'il s'en éloigne, la *divergence* des *lames* diminue; elle est nulle (les lames sont $m=$) à environ $\frac{1}{2}$ pouce du *premier point;* elles commencent de diverger comme $m+$; mais très-peu, en continuant de s'éloigner, et elles arrivent au *maximum* de cette *divergence* à la distance d'environ 5 $\frac{1}{2}$

pouces; elle n'est alors que d'environ $\frac{1}{2}$ ligne, comme celle des *lames de l'arrière*, qui a un peu diminué, parce que la partie *antérieure* du *système* ne demeure plus que l'extrémité *e* du conducteur *d*, *e*.

358. Dans cet arrangement du *système*, la place du point $m =$, ou point *neutre* comme on le nomme d'ordinaire, est à 2 $\frac{1}{2}$ pouces de distance du *premier point* de la division sur le conducteur. On va voir le changement que la *plaque* y produit.

EXPÉRIENCE LVII.

Je remets le *curseur* au *premier point*, et j'amène le *disque* chargé à sa place, sans la *plaque*; les *lames* divergent de 3 à 4 lignes comme la première fois. J'amène la *plaque* par son pied au point *x*, en tenant le *conducteur mobile* soulevé par sa soie, sans le faire encore communiquer au *système*; la *divergence* des *lames* du *curseur* diminue beaucoup, par une raison que j'indiquerai. Je fais reposer le *conducteur mobile* de la *plaque* sur le conducteur *r*, *s*; ce qui fait encore diminuer la *divergence* de ces *lames*; mais celle des *lames de l'arrière* qui n'était que d'environ $\frac{1}{2}$ ligne, arrive à environ 2 lignes; celles-ci sont $m +$, et celles du *curseur*

m —. Je fais mouvoir celui-ci avec l'*archet* ; sa divergence m — diminue rapidement, et il se trouve $m =$ (sans *divergence*) à la distance d'un pouce, plus près du *disque* d'1 $\frac{1}{2}$ pouce que dans l'expérience précédente. En continuant de l'éloigner, sa divergence $m +$ se manifeste bientôt, et à son *maximum*, distant de 5 $\frac{1}{2}$ à 6 pouces du *premier point*, elle est d'environ 2 lignes, comme celle des *lames de l'arrière*.

359. Il faut rassembler d'autres phénomènes pour que la cause de cette différence se manifeste, et avec elle la *théorie* du point $m =$. L'expérience suivante servira d'abord à montrer la cause de la diminution de *divergence* des *lames* du *curseur* placé au *premier point*, par la simple interposition de la *plaque*, comme on l'a vu dans le commencement de l'expérience précédente.

EXPÉRIENCE LVIII.

Le *disque* chargé étant ramené à sa place, les *lames* du *curseur* divergeant de 3 à 4 lignes, et celle de l'arrière d'environ $\frac{1}{2}$ ligne, j'amène la *plaque* non *devant* le *disque* (entre lui et le curseur comme en x) mais *derrière* le premier, sans la faire communiquer encore avec

le *système* par le *conducteur mobile*. Alors elle ne produit que peu d'effet sur la *divergence* des *lames* du *curseur*, et quand le *conducteur mobile* la met en communication avec le *système*, tous les phénomènes sont sensiblement les mêmes que dans l'expérience précédente. L'effet de la *plaque* entre le *disque* et le *curseur*, quand elle ne communique pas avec le *système*, n'est que de s'emparer du *fluide déférent* du *disque*, et d'en priver les *lames* du *curseur*, dont le FLUIDE n'éprouvant pas autant d'augmentation dans sa *force expansive*, les abandonne en moindre quantité; de sorte qu'elles ne sont que peu $m-$; mais ce n'est là qu'une bien petite différence comparativement à tout le *système* sur lequel se répand le FLUIDE qui quitte ces *lames*, et on ne l'aperçoit pas autant aux *lames de l'arrière*. Quand la *plaque* est derrière le *disque*, elle ne produit que peu d'effet sur cette divergence, parce qu'elle n'enlève sensiblement du *fluide déférent* que de ce côté-là. Tous ces effets, dis-je, sont petits, et se confondent avec ceux qui résultent du FLUIDE que la *plaque* transmet au *système*, qu'elle soit d'un côté ou de l'autre du *disque*, quand le conducteur mobile la met en communication avec le conducteur *r*, *s*, et qu'elle devient ainsi la partie *antérieure* du *système*.

360. Avant que d'en venir à la cause de ce dernier effet, nous avons encore d'autres phénomènes à rassembler, et l'expérience suivante servira à déterminer à un autre égard l'effet immédiat de la *plaque*.

EXPÉRIENCE LIX.

Il faut suspendre à la petite fourchette *m*, du conducteur mobile de la *plaque*, un *fil* métallique mince, tourné en boucle vers le bas, et où sera attachée une soie; que le fil soit assez long et sa boucle assez grande, pour que le *conducteur mobile* de la *plaque* restant éloigné du *système*, on puisse amener cette boucle devant la petite boucle *e* du conducteur *d*, *e*, et la faire passer derrière la boule. (Ce fil n'est pas dans le *Nécessaire*; mais on peut aisément se le procurer). Voilà une communication très-différente entre la *plaque* et le *système*; auparavant le FLUIDE que lui transmettait la *plaque*, en le perdant elle-même, entrait par le conducteur *r*, *s*, et ne pouvait arriver au *curseur* qu'en descendant d'*r* en *d*, puis se mouvant de *d* en *e*, et arrivant ainsi au *curseur* par le côté opposé à celui du *disque*; maintenant il arrive immédiatement au *curseur* par l'extrémité *e*, du côté du *disque*. Cependant

il n'y a nulle différence dans les phénomènes du *curseur;* et en particulier son point $m =$ se trouve à la distance du *disque*. Voilà déja une circonstance essentielle comme exclusive d'autres causes que de celle qui agit réellement, et en particulier d'une idée vague de *refoulement* auquel on attribuait les phénomènes observés le long des *conducteurs* soumis à quelque *influence* par l'une des extrémités.

361. Une autre expérience viendra encore avancer cette détermination, en montrant que ces phénomènes n'appartiennent qu'à un seul égard aux *conducteurs* eux-mêmes; savoir, celui de transmettre le FLUIDE qui s'éloigne de la partie *antérieure* du *système;* qu'ainsi leur *situation* est indifférente, et que ce qui détermine les *divergences*, c'est la situation des corps mêmes qui *divergent* (ici des *lames*) sans rapport à la partie du *système* d'où leur vient le FLUIDE qui part de la partie *antérieure* quelconque du *système* par l'action du *fluide déférent* du corps *électrisé* (ici le *disque*).

362. Dans l'expérience suivante, il faut employer la pièce représentée par les lignes ponctuées u, u, v, v, dont j'ai déja parlé au §. 355, la nommant la *grande fourchette*. On voit cette pièce à sa place de dépôt dans la *fig.* XXXI, pl. II; ses extrémités a, a, qui sont u, u,

dans la pl. XI, sont tournées en anneau, comme en *fig.* XXXII, pl. II; la petite boule *s*, pl. XI, passe dans ces anneaux, et alors la *fourchette* pend à ce *conducteur* sans pouvoir sortir. Le conducteur *c, d, e*, comme je l'ai expliqué au §. 355, est alors ôté, le *curseur* est accroché au bas de la *fourchette*, et l'on fait mouvoir celle-ci sur le conducteur *r, s*, avec la soie tendue de l'*archet*, de sorte qu'elle devient elle-même *curseur*. Les *lames* parcourent donc la même ligne horizontale dirigée au centre du *disque* que dans l'expérience précédente, et une division de la baguette *r, s*, semblable à celle de la baguette *d, e* montrerait leurs distances; mais cela n'est pas nécessaire; on les juge suffisamment à l'œil, dans des expériences où d'ailleurs les comparaisons ne peuvent jamais être bien exactes, parce qu'il faudrait pour cela mesurer la *distance* du *disque*, sa position bien centrale, et son degré de *charge*; ce qui prendrait du temps, et l'*électrisation* le dissiperait. Je n'ai donc divisé la baguette *d, e*, que pour fixer d'abord les idées, et les expériences sont d'ailleurs assez exactes pour arriver à la *cause* des phénomènes, et déterminer leur *théorie générale*.

EXPÉRIENCE LX.

Le *curseur* étant suspendu à la *fourchette*, et le *disque* chargé ayant été amené au point ordinaire, faisant mouvoir la *fourchette* avec l'*archet*, tous les phénomènes des *lames* dans les expériences LVI, LVII et LVIII, sont produits presque de la même manière que si elles étaient mues sur le conducteur *d*, *e*; ainsi je n'en répéterai pas les détails, et j'indiquerai seulement dans la suite la cause d'une différence.

363. Nous avons dans ces phénomènes réunis tout ce qui est nécessaire pour arriver à leur *loi générale*; mais au lieu de la conclure par leur analyse; ce qui exigerait une trop longue discussion, je l'énoncerai, et je la prouverai d'abord par son application à ces phénomènes; après quoi d'autres expériences la détermineront de plus en plus à l'exclusion de toute autre.

364. Quand un corps *électrisé* exerce son *influence* autour de lui, et en particulier sur les parties *antérieures* d'un *conducteur* ou *système* de *conducteurs*, ce n'est pas la place par laquelle un *électroscope* communique à ce *système*, qui détermine ce qui lui arrivera quant à la *divergence*, c'est celle qu'occupent, dans le voisinage

du *corps influant*, les *corps mobiles* qui le constituent proprement, de petites *balles* ou les *lames* des expériences précédentes; là, ce qui leur arrive quant à la *divergence*, est l'effet combiné de deux causes, dont l'une est la quantité de *matière électrique* déplacée dans toute l'étendue du *système* qu'embrasse la *sphère* du *fluide déférent* du corps influant, supposé F+; l'autre est cette place que les *corps mobiles* y occupent. La première de ces circonstances détermine la quantité de nouvelle *matière électrique* qui tend à arriver aux *corps mobiles* comme à toutes les autres parties du *système*, et la dernière détermine s'ils en *recevront*, s'ils n'en *perdront* point eux-mêmes, ou la quantité de celle qu'ils *recevront*.

365. En suivant par la pensée les effets de ces causes dans leur marche sur notre *système conducteur*, on trouvera que le *fluide déférent* du *disque* produisant une augmentation de *force expansive* dans le FLUIDE des parties du *système* qu'il atteint, une partie de ce FLUIDE doit bien tendre à se retirer vers les parties plus reculées; mais qu'il ne peut obéir sans obstacle à cette tendance, que sur la partie la plus avancée dans la sphère du *fluide déférent;* car dès la partie un peu plus reculée, le FLUIDE qui part de la première, tend à s'y arrêter, et il

n'en est presqu'entièrement empêché par celui qui s'y trouve déja, que parce que celui-ci éprouve aussi une augmentation de *force expansive* presque égale à la sienne ; il en part donc déja de ces deux points, qui tend ensuite à s'arrêter plus loin ; c'est ce qui constitue l'*état m* —, par la perte de *matière électrique*, quoique la *force expansive* du FLUIDE augmente également sur tout le *système*, où l'équilibre s'établit toujours à cet égard, parce que sa *quantité* accrue dans les parties postérieures, compense l'augmentation de sa *force expansive* dans les parties antérieures. De distance en distance croissantes, le FLUIDE qui s'y trouvait déja éprouve moins d'augmentation dans sa *force expansive* absolue, comme étant dans des parties successivement moins *denses* de la *sphère* du *fluide déférent ;* il ne peut point encore s'y fixer du FLUIDE qui procède des parties antérieures, puisqu'il en part même encore; mais à mesure que la distance augmente, la résistance du FLUIDE qui se trouvait déja en place diminue, parce qu'il se trouve dans des parties de plus en plus *rares* de la *sphère* du *fluide déférent*, et il arrive enfin un point où, par l'augmentation de *force expansive* du FLUIDE local, il se trouve précisément en état de résister à ce qu'il s'en fixe aucune partie de celui qui part des

parties *antérieures* pour se porter vers le reste du *système*. Là donc se trouve le point $m=$, quoique dans un *système* où la *force expansive* du FLUIDE est également augmentée. Au delà l'augmentation immédiate de *force expansive* par le *fluide déférent* allant toujours en décroissant, il s'y arrête un peu du FLUIDE des parties antérieures; c'est l'état $m+$ qui va en croissant jusqu'aux confins de la *sphère* de *fluide déférent* du *disque*, où se trouve le *maximum* d'augmentation de la *matière électrique*, qui est commun à tout le reste du *système*, quelle que soit son étendue.

366. D'après cette marche indubitable des *effets*, par la nature des *causes*, on voit la raison de ce que j'ai dit ci-dessus, qu'à l'égard des *corps mobiles*, ce qui détermine la *non-divergence* ou la *divergence*, et la nature de celle-ci, est, toutes choses d'ailleurs égales, leur situation dans la *sphère* du *fluide déférent*; car ils font partie du *système conducteur*; ainsi quelles que soient les routes que prend le FLUIDE partant des parties *antérieures*, il leur en arrive, et la quantité qui leur en reste, dépend de la *densité* du *fluide déférent* dans la partie qu'ils occupent de sa *sphère*.

367. Quand la *plaque* ne fait pas partie du *système des lames* et que le *curseur* se trouve,

ou à l'extrémité *e* du conducteur *d*, *e*, ou suspendu dans la même place au bas de la *fourchette*, ses *lames* se trouvent elles-mêmes la partie antérieure du *système*; c'est-à-dire, la plus avancée dans la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*; c'est donc d'elles que part d'abord, par l'augmentation de sa *force expansive*, le FLUIDE qui va se répandre dans le reste du *système*, et c'est le cas où elles divergent le plus *m* —; mais la quantité du FLUIDE qui en part, de même que des parties du *conducteur* ou de la *fourchette* qu'embrasse aussi le *fluide déférent* du *disque*, est petite, comparativement à l'étendue du système sur lequel elle va se répandre, c'est pourquoi les *lames de l'arrière* ne divergent que d'environ $\frac{1}{2}$ ligne. C'est encore parce qu'il y a peu de FLUIDE en mouvement, que le point *m* = est plus éloigné; car le FLUIDE qui était déja dans les *lames*, n'a besoin que de peu d'assistance par le *fluide déférent* du *disque*, pour résister au FLUIDE mis en mouvement des parties devenues *antérieures*, à mesure que le *curseur* s'éloigne; il faut donc, pour que l'équilibre s'établisse, c'est-à-dire, pour que les *lames* soient *m* =, qu'elles arrivent dans une partie assez *rare* de la *sphère* du *fluide déférent*. Le peu de divergence *m* + qui succède et la lenteur de ses progrès, sont encore

des conséquences de la petite quantité du FLUIDE mise en mouvement.

368. C'est ainsi que tout doit être de même, quant aux *divergences*, de quelque manière que les *lames* communiquent au *système* des *conducteurs*, pourvu qu'elles suivent la même ligne, quand il part la même quantité de FLUIDE des parties *antérieures*; mais c'est par cette dernière condition qu'il y a quelque différence dans leurs phénomènes, lorsqu'elles suivent cette route, d'abord sur le conducteur d, e, puis suspendues à la *fourchette*. Dans le premier cas, l'extrémité e du conducteur reste en arrière et devient partie *antérieure*; dans le dernier le *curseur* et la *fourchette* en s'éloignant, ne laissent aucune partie en arrière; ce qui fait varier les phénomènes, toujours très-petits, dès que le *curseur* a passé le point $m =$.

369. Mais quand la *plaque* devient la partie *antérieure* du *système*, la quantité du FLUIDE qui en part efface ces différences entre les deux manières, dont les *lames* parcourent la même route, soit sur le conducteur d, e, soit au bas de la fourchette.

370. Je suppose la *plaque* derrière le *disque*, afin qu'elle n'influe pas sensiblement sur l'*hémisphère* du *fluide déférent* du côté de la partie

du système où sont les *lames*, qui ainsi demeure sensiblement le même que dans les expériences précédentes; c'est-à-dire, qu'il a un même degré de *densité* à une même *distance* du *disque*. Le premier effet d'une plus grande quantité de FLUIDE arrivant au *système* des *lames*, se manifeste aux *lames* de l'*arrière*, dont la *divergence m* + est maintenant de 2 lignes, au lieu qu'auparavant elle n'était que de demi-ligne. (Ce sont là des quantités déterminées, comme tenant un milieu entre les petites variations qui ont lieu dans ces expériences.) Alors aussi les *lames* du *curseur*, quoique placées au même *premier point*, soit sur le conducteur *d*, *e*, soit au bas de la *fourchette*, éprouvent l'effort de la *matière électrique* en mouvement; leur FLUIDE, quoiqu'acquérant la même augmentation de *force expansive*, cède à cet effort, il n'en part qu'en petite partie, et, elles n'ont ainsi qu'une très-petite *divergence m* —, au lieu de 3 ou 4 lignes qu'elles divergaient dans les expériences précédentes. Il résulte de la même cause que les *lames* doivent demeurer dans une partie plus *dense* de la *sphère* du *fluide déférent*, pour que leur *fluide* ait une *force expansive* égale à celle qu'occasionne ce mouvement du FLUIDE qui part de la *plaque*, et qu'elles ne perdent ni n'acquièrent de la

matière électrique, et c'est ce qui fait rapprocher d'1 $\frac{1}{2}$ pouce le point $m=$: bientôt aussi se trouve le point où le *fluide déférent* n'est plus assez *dense* pour rendre la *force expansive* de leur FLUIDE égale à celle du FLUIDE en mouvement ; elles commencent donc à recevoir de celui-ci, et elles divergent $m+$; ce qui augmente jusqu'aux confins de la *sphère* de *fluide déférent* où se trouve le *maximum* de divergence qui est d'environ 2 lignes, commun à tout le reste du *système*.

371. Telle est la théorie de ce point $m=$, si important dans toute la science électrique, parce que ce phénomène est lié aux caractères les plus distinctifs du *fluide* qui est l'objet de cette science. Il n'est pas aisé de saisir d'abord assez complettement cette théorie, pour la suivre dans tous les phénomènes ; mais cela est commun à toutes les théories physiques, quand elles sont réelles, Car il est bien peu de *phénomènes* qui, tels qu'ils se présentent d'abord à notre observation, ne soient produits par le concours de diverses *causes ;* ce qu'on aperçoit lorsqu'on est rigoureux dans la comparaison de leurs diverses *circonstances* avec quelque cause simple, ou imaginée, ou déja découverte, parce que tous les changements de *circonstances* renferment quelque nouvelle *cause*, et elles

doivent aider à se déterminer mutuellement. On ne doit donc jamais donner confiance à une *théorie*, jusqu'à ce qu'elle embrasse légitimement toutes les *circonstances* observables dans les *phénomènes* qu'elle concerne. Ainsi, quoique les expériences précédentes contiennent tout ce qui est nécessaire pour établir la *théorie*, j'en rapporterai maintenant d'autres, où les mêmes *phénomènes* paraîtront sous des formes différentes, afin que le changement des *circonstances* donne lieu à manifester leurs *causes* sous diverses faces qui aident à les saisir et à les rendre familières par leurs diverses applications.

372. L'*égalité* de *force expansive*, malgré les différentes *quantités* de *matière électrique* sur un *système conducteur* soumis à quelque *influence*, est une des *lois* essentielles à toute la *théorie* que je viens d'établir; ainsi, quoiqu'elle découle de la nature des *fluides expansibles*, je dois la démontrer; il m'est aisé de le faire directement, et j'y viendrai; mais auparavant, je ferai voir, par d'autres phénomènes de cette classe, qu'elle en est une condition essentielle.

373. Je reviens pour cet effet à l'état des choses dans l'expérience LVIII, où le *disque* étant chargé, la *plaque* placée *derrière* lui forme

la partie immédiatement *antérieure* du *système des lames*, et y répand la *matière électrique* qui lui devient superflue dans le nouvel *équilibre*, parce que son FLUIDE reçoit immédiatement une augmentation de *force expansive* par le *fluide déférent* du *disque*. Dans cet état nous avons trois *points* de *distance* des *lames* du *curseur* au *disque*, en trois situations dans la *sphère* du *fluide déférent* de celui-ci, soit que le *curseur* se meuve sur le conducteur *d*, *e*, ou qu'il soit transporté à l'extrémité de la fourchette ; ce sont des situations désignées par les phénomènes suivants. 1.° Celles où les *lames* divergent le plus comme *m* —. 2.° Celles où elles ne divergent pas, étant *m* =. 3.° Celles où leur divergence *m* + est arrivée à son *maximum*. 4.° Tout l'espace au-delà de ce point où la divergence *m* + demeure la même. Ces *distances* ou *situations* des *lames* dans la sphère du *fluide déférent* étant déterminées par l'état des choses, tel qu'il était dans l'expérience LVIII, on peut ramener les *lames* aux mêmes points, quoique les circonstances aient changé, et c'est de la comparaison des phénomènes à ces mêmes *points* qu'il s'agira maintenant.

374. Si, malgré l'inégale distribution de la *matière électrique*, la *force expansive* du FLUIDE est également augmentée sur tout le *système*

des *lames*, par l'augmentation immédiate de celle du FLUIDE de la *plaque* et de toutes les autres parties du système sur lesquelles le *fluide déférent* du *disque* s'étend à quelque degré, en quelque endroit qu'on touche le *système* pour le mettre en communication avec le *sol*, il doit perdre une même quantité de FLUIDE, et toutes ses parties doivent participer également à la perte de *matière électrique* qu'éprouve le *système*. Tel est l'objet de l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE LXI.

Le *système* ayant été *touché* à quelque point, si l'on ramène les *lames* du *curseur* aux quatre *points* désignés ci-dessus, on trouvera : au point 1, que la divergence $m-$ est augmentée : au point 2, que l'état $m=$ est changé en divergence $m-$: au point 3, que la divergence $m+$ au *maximum* est changée en $m=$; et que dans l'espace 4, qui renferme les parties plus éloignées du *système*, l'état $m=$ subsiste partout. On voit donc que toutes les parties du système ont perdu de la *matière électrique* ; mais je m'arrêterai plus particulièrement au point $m=$, qui ici n'est point intermédiaire entre une partie $m-$, et une partie $m+$, mais qui occupe tout un côté du *système*.

375. Toute l'étendue qui est devenue $m =$ a ceci de commun, qu'elle est sensiblement hors de la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*; elle ne pouvait donc être auparavant $m +$; que parce qu'il était venu du FLUIDE, n'importe de quelle part. Aussi, quand cette partie vient à être immédiatement ou médiatement en communication avec le *sol*, son *équilibre* avec lui est complet; il embrasse le degré de *force expansive* et la quantité proportionnelle de *matière électrique*. C'est donc là ce qui distingue cette partie d'avec le reste du système, quoique la perte du FLUIDE leur soit commune, dès que quelque partie que ce soit a été mise en communication avec le *sol;* et c'est aussi le moyen de découvrir l'étendue sensible de la *sphère* du *fluide déférent;* car au-delà, l'électroscope est $m =$; au dedans, quoique le même état $ex =$ règne dans tout le *système*, il manque de plus en plus de la *matière électrique*, et la divergence $m -$ va en augmentant. L'état $ex =$ se manifeste ici, en ce que l'attouchement des *lames*, par une pointe, ne change point leur *divergence*, parce qu'il ne peut se faire aucun échange entre elles et le *sol;* ce qu'on a déja vu dans les expériences XLV et LI.

376. L'égalité de la *force expansive* du *système*, tandis que l'*influence* du *disque* s'exerce,

provient donc de ce qu'il y a plus de *matière électrique* dans les parties qui acquièrent le moins de *fluide déférent ;* tout comme dans un *système* de *vases* remplis d'*air*, à l'une des extrémités duquel un corps *chaud* augmente la *force expansive* de l'air, ce FLUIDE n'est en *équilibre* de *force expansive* dans tout le *système*, que par plus d'*air* dans les espaces qui éprouvent moins de *chaleur*, ou qui reçoivent le moins de *feu* par le *corps chaud*. Mais si dans l'un et l'autre cas on fait cesser l'influence, l'*équilibre absolu* se rétablit.

EXPÉRIENCE LXII.

Tandis que le *système* des *lames* est dans l'état précédent, je touche le *disque*, pour faire cesser son *influence*. Alors promenant le *curseur* sur toute l'étendue du *système*, on le trouvera partout également *m* —; et il est aussi partout *ex*—; car, en quelque point qu'on le touche, recevant alors du *sol* le FLUIDE qu'il avait perdu auparavant, toute *divergence* cesse.

377. Ayant un *conducteur mobile* dans cet appareil comme dans celui de la planche IX, on peut aussi empêcher le retour du FLUIDE qui est passé aux parties postérieures du système, aux parties antérieures, quand l'influence du *disque*

vient à cesser ; mais, à l'égard de cette expérience, comme dans l'expérience L, il faut un temps bien sec, et opérer promptement pour retrouver le *système* sans aucun changement dans la quantité du FLUIDE.

EXPÉRIENCE LXIII.

La *plaque* faisant partie du *système* des *lames*, et les *lames* de l'*arrière* indiquant son effet par la divergence *m*+ d'environ 2 lignes, il faut soulever le *conducteur mobile* et décharger le *disque*. La divergence de ces *lames* diminue, parce qu'il revient du FLUIDE dans les parties auparavant enveloppées par la *sphère* du *fluide déférent* ; mais il ne peut pas retourner dans le *système* particulier de la *plaque* ; ainsi celui des *lames* reste partout également *m*+. Si alors on ramène le *conducteur mobile* en contact, ce *fluide* excédent retourne au *système* de la *plaque* où il manquait, et l'*équilibre absolu* est rétabli dans tout le *système*.

378. Les expériences précédentes ont fait voir qu'il règne une liaison intime entre toutes les parties de la théorie que j'ai établie, et qu'elle a pour lien nécessaire une *force expansive* égale du FLUIDE sur tout le *système conducteur*, malgré l'inégale distribution de la

matière électrique, quand il éprouve une influence sur quelqu'une de ses parties; effets qui résultent aussi nécessairement de la nature de *fluide électrique*, telle que je l'ai définie. Mais je vais démontrer maintenant d'une manière directe ce point essentiel, en même temps que l'autre point de la théorie, que c'est la situation des *corps mobiles* eux-mêmes dans la *sphère d'influence* d'un corps qui détermine leur *divergence*. Ce sera par un appareil dans lequel les *lames* du *curseur*, parcourant diverses *zônes* de cette *sphère*, resteront toujours en communication directe avec un *électroscope* éloigné, qui indiquera, par leur propre entremise dans tous leurs états relatifs à *m*, le degré de *force expansive* du FLUIDE sur le *système*.

379. La planche XII représente cet appareil : je ne sais si j'aurai réussi à en donner une idée bien claire; mais c'est ce que j'ai su imaginer de mieux pour le représenter par de simples traits, ainsi que les mouvements de ces pièces dans les expériences. Il faut d'abord y supposer tout l'appareil, planche XI, tel qu'il a servi à l'expérience LX, où j'ai dit, §. 362, que le conducteur, *c*, *d*, *e* en était ôté, et que le *curseur* est au bas de la fourchette, suspendue d'abord à l'extrémité du conducteur supérieur;

ce qui sera sa place fixe dans les expériences suivantes; mais je n'ai pu conserver dans le dessin, pl. XII, que cette extrémité du conducteur, avec la fourchette représentée telle qu'elle paraît quand le *disque*, devant lequel arrive son extrémité portant le *curseur*, est vu de front; au lieu qu'il était vu de côté dans la *figure* de la planche XI. Il faut donc supposer aussi que nous aurons, comme dans les expériences précédentes, le petit *électroscope* que j'ai nommé les *lames de l'arrière*, qui se trouve hors de l'influence du *disque*. Cette indication suffira, j'espère, pour ceux qui auront à monter l'appareil, et même pour le comprendre dans le dessin, à l'aide des détails dans lesquels je vais entrer; l'appareil de la *plaque* qui y demeure aidera à suppléer par la pensée, celui que je supprime dans le dessin, qui, dans les expériences précédentes, a été nommé *système des lames*, et dont ici on ne voit que la *fourchette*.

380. Cette extrémité du conducteur qu'on ne voit pas lui-même, est en *a*, avec sa petite boule; c'est de là que pend la *fourchette*, vue de côté en *a*, *b*. Le *disque e*, vu de front, est porté ici à la manière des premières expériences; sa tige de verre *d*, qui est verticale, entre dans la *demi-planche*, dont la section est

en

en *e*, *e*. La figure ponctuée *f*, *g*, *h*, indique le conducteur de la *plaque* sur son pied, et la *plaque* elle-même est *h*. Dans ces expériences, comme dans les précédentes, la *plaque* sera d'abord écartée, et alors le *curseur* demeurera toujours, quoiqu'il se retire, la partie *antérieure* sensible du *système*; puis la plaque sera amenée *derrière le disque*, et mise en communication avec le système par son *conducteur mobile*, comme dans les expériences précédentes.

381. Le bas de la fourchette demande une description particulière, parce qu'ici, outre le *curseur*, il reçoit deux additions. C'est d'abord un long fil de laiton mince *i*, *k*, dont la place de dépôt est sous les planches du *Nécessaire*, sur le fond de la cassette : il est tourné en crochet à son extrémité *k*, et en anneau fermé à l'extrémité *i*. Il faut d'abord faire passer dans cet anneau une des branches de la *fourchette*, celle auprès de laquelle, figure XXXI, pl. II, on voit sur la traverse qui les réunit un point *c*, indiquant un petit trou, qu'il faut faire dépasser par l'anneau du *fil*, puis y mettre une cheville *d*, qui est *l* dans la pl. XII; cette cheville pend par une soie à la *fourchette*. Nous laisserons pour un moment ce *fil* reposer sur la table par son autre extrémité. Il faut prendre alors à sa place de dépôt, fig. XVII, pl. III,

une *soie* qui s'y trouve enveloppée sur une pièce d'ivoire, à laquelle elle est fixée par une de ses extrémités, faire entrer sa boucle sur un petit crochet fixé au bas de la *fourchette*, (en *b*, figure XXXI, pl. II.) et poser encore la pièce d'ivoire sur la table. Le *curseur* sera placé au bas de la fourchette, ainsi muni, mais au paravant il faut monter le reste de l'appareil.

382. La colonne *o*; *o*, base de l'appareil, qu'on voit à la droite de la *figure*, est la même qui portait le *disque* dans les expériences précédentes. Ici elle reçoit d'abord à son sommet la tige de verre *p*, *p*; la même qu'on a déja vue dans deux autres appareils, et dont la place de dépôt est en fig. VII, pl. II. Cette tige à son tour reçoit à son sommet celle de l'*électroscope*, fig. II, pl. VII, qu'on a déja vu employer; je n'ai pu en représenter là que la tige *q*, *q*, et les petites balles *r*, *r*; mais comme l'arrangement de son *conducteur* est essentiel, je l'ai dessiné à part dans la fig. I, où il porte, comme à l'ordinaire, ses petites balles en *a*, *b*; mais il s'y joint une pièce de fil de laiton fort contourné, dont la place de dépôt est en fig. XVIII, pl. III. Cette pièce a d'abord en *d* (pl. XII) un crochet demi circulaire et horizontal qui embrasse la tige de l'électroscope, pour empêcher le recul de la pièce par la pression exercée

sur ses autres parties ; c'est sur le crochet *c* que vient s'appuyer le conducteur mince *i*, *k*, qui, y glissant dans les mouvements de la *fourchette*, la tient toujours en communication conductrice avec l'*électroscope*. La *soie* accrochée au bas de la *fourchette* vient passer dans la courbure *e*, et prend alors dans l'appareil la situation *i*, *n*. C'est quand cet arrangement est fait, qu'on peut suspendre le curseur au bas de la *fourchette*.

383. Par le moyen de la *soie*, le bas de la *fourchette* parcourt le quart de cercle ponctué *m*, *s*; et durant ce trajet, le petit conducteur qui lui est réuni, toujours communiquant avec l'*électroscope*, prend successivement les différentes positions entre celle *i*, *k*, et *s*, *t*, lignes ponctuées. Ce mouvement doit être bien doux et uniforme pour prévenir les balancements du *curseur*, à quoi je ne pouvais réussir en tirant la *soie* avec ma main ; ce qui m'a fait recourir à une *cheville* sur laquelle elle s'enveloppe : elle descend d'abord en *n* et *n*, puis vient derrière la *colonne*, s'unir à la *cheville*, dont on voit la place indiquée par le cercle ponctué *u*, *u*. Pour faire connaître cette pièce, je l'ai répétée de côté dans la figure ponctuée *x*, *y* : sa place de dépôt est la colonne elle-même ; et on la voit marquée IV dans la planche X, où ce que

contient cette colonne, comme boîte, est dessiné. Le tourillon *v* de la *cheville*, indiqué dans le cercle *u*, *ú*, entre dans le même trou qui recevait la tige du *disque* dans l'expérience précédente; là une petite broche de laiton entrant de côté vient passer dans une gorge du tourillon, et laisse à la *cheville* un mouvement aisé sans qu'elle puisse sortir. On fait d'abord passer la *soie* au point *y* sous un petit ressort qui la retient, et elle s'enveloppe ainsi doublement sur la *cheville*, quand on fait tourner celle-ci dans le sens qui fait parcourir aux *lames* du *curseur* la courbe indiquée par leurs répétitions dans la *figure*.

384. Si l'on se représente maintenant le *curseur*, parcourant cette ligne avec le bas de la *fourchette*, on comprendra que lorsque la *plaque* est écartée, il demeure toujours la partie immédiatement *antérieure* du *système*, celle sur laquelle s'exerce la plus grande *influence* du *disque*. C'est là un des buts de la construction de cet appareil; on y verra, sous cette première forme, une distinction très-marquée entre la *force expansive* du *fluide électrique* et sa *densité*.

EXPÉRIENCE LXIV.

Le *disque* chargé est amené à la distance ordinaire des *lames* du *curseur*, environ un pouce, ce qui fait *diverger* les *lames* comme *m* — de 3 à 4 lignes. Le FLUIDE qui part de cette partie *antérieure* se répand dans tout le *système*, et par conséquent à ses deux extrémités, les *lames de l'arrière*, et les petites balles *r*, *r* de l'*électroscope*; elles divergent *m* + d'une quantité peu grande, parce que la partie *antérieure* a peu de surface comparativement à tout le *système* : ces premières divergences étant observées, serviront de point de comparaison dans une autre expérience. Je fais élever le *curseur* par la soie : à mesure qu'il s'éloigne du *disque*, la *divergence* de ses *lames* diminue, de même que celle des *lames* de l'*arrière* et des balles *r*, *r*; enfin, elle cesse aux *lames* du *curseur*, qui sont alors *m* =, quoiqu'il reste un peu de *divergence* aux autres *électroscopes* : quelquefois, si le temps est bien favorable, il se manifeste un peu de divergence *m* + aux *lames* mêmes du *curseur*. (Je dois avertir que si ces *lames*, ainsi que celles de l'*arrière*, ont essuyé quelque courbure, il faut les redresser pour ces expériences, et observer leur état, quand elles

ne sont pas électrisées, ce qui indiquera le point $m =$.)

385. On conçoit aisément la marche des effets dans cette expérience; les *lames* du *curseur*, dans la plus grande partie de leur trajet, étant la partie *antérieure* du *système*, leur mouvement produit le même effet, que si on éloignait tout le *système*; et que sa partie *antérieure* se trouvât dans des parties successivement moins *denses* de la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*. C'est du degré de *force expansive* seulement que dépend le passage du FLUIDE d'un corps à un autre. Or on voit dans cette expérience que, lorsque la *densité* du FLUIDE diminuait le plus à la partie *antérieure* du *système*; quand les *lames* y divergeaient le plus par *défaut* de *matière électrique*, les balles éloignées r, r, en communication conductrice avec cette partie, en recevaient le plus de FLUIDE, comme les *lames* de l'*arrière* en recevaient au travers de tout le *système*. Lorsque les *lames* arrivent à l'état $m =$; elles ne sont pas entièrement $ex =$, parce qu'une partie de la *fourchette* éprouve plus d'effet qu'elles du *fluide déférent*; ce qui les fait passer un peu à l'état $m +$, lorsqu'étant vers le haut de leur course, la *fourchette* est horizontale en a, s.

386. Cette première expérience a aussi pour

but, tant de rendre plus sensible l'effet de la *plaque*, quand elle devient la partie antérieure du *système*, que d'indiquer l'*anomalie* produite alors dans le phénomène principal, par les différentes positions du *curseur*. Il s'y trouve une autre *anomalie* produite par l'*influence* des baguettes de verre *p*, *q* qui portent l'*électroscope*, à mesure que les *lames* s'en approchent davantage; je les en ai éloignées, autant que l'appareil pouvait le permettre, mais elles produisent encore quelqu'effet.

387. Voici maintenant l'autre *loi* que nous avons à vérifier, et qui se manifestera en ayant égard à ces causes d'*anomalies*. On vient de voir que c'est uniquement à la *force expansive* du FLUIDE (sans rapport à sa *densité*, ou quantité de *matière électrique*, qui, avec le même degré de *force expansive*, peut être très-différente) qu'est proportionnel le pouvoir qu'il a de passer d'un corps à un autre, et qu'ainsi un *électroscope*, dont les *corps mobiles* sont hors de toute *influence*, indique directement le degré de *force expansive* du FLUIDE, sur le corps avec lequel il communique, quelle qu'en soit la partie. Dans l'expérience suivante, cette épreuve se fait en deux points, dont la comparaison montrera la constance de la *loi*: le premier point est aux *lames* de l'*arrière*, qui con-

servent une même situation dans le *système*; l'autre dans les balles *r*, *r*, qui, étant assujetties au *curseur*, communiquent ainsi successivement à des parties du système qui passent par les états *m* —, *m* = et *m* +. Si donc ces balles *r*, *r* conservent néanmoins la même marche que les *lames* de l'*arrière*, ce sera une preuve directe que, malgré ces différences dans un *système* sur lequel s'exerce une *influence*, le *fluide électrique* conserve une *force expansive* égale sur toutes ses parties.

EXPÉRIENCE LXV.

Le *disque* étant à sa place, et la *plaque* amenée derrière lui étant mise en communication avec le *système*, je suppose que les *lames* du *curseur*, alors devant le *disque* à un pouce de distance, ont la *divergence m* — exprimée dans la *figure*. Dans les changements qu'elles éprouveront, quand la *soie* les fera élever, je rapporterai leurs phénomènes à deux cercles ponctués A, B, représentants certaines *limites*, que je désignerai dans la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*. A mesure que les *lames* parcourent le segment de la sphère compris entre l'axe, passant par le centre du *disque* et le cercle A, leur divergence diminue; et arrivées à cette

première limite, la divergence cesse : elles sont $m =$, comme je l'ai représenté dans la *figure*. De là jusqu'au cercle B, que je suppose la limite sensible de la *sphère* du *fluide déférent* pour des masses telles que les *lames*, la divergence, $m +$ de celles-ci va en augmentant; c'est ainsi que je les ai représentées dans la *figure*, sur le cercle B. Mais de ce point elles n'éprouvent plus de changement sensible, c'est le *maximum* d'$m +$, qu'on retrouve dans la *figure* au plus haut point de leur course. Or, dans tout ce trajet, demeurant néanmoins en communication conductrice avec les petites balles r, r, elles leur transmettent une même quantité de FLUIDE, la même que reçoivent les *lames* de l'*arrière* (mettant à part les *anomalies.*) C'est donc là une preuve directe que quelque différence qui survienne, quant à la quantité proportionnelle de *matière électrique*, entre les différentes parties d'un même *système* de *conducteurs*, la *force expansive* du FLUIDE demeure la même sur toutes ses parties.

388. Pour suivre plus particulièrement ici la marche des causes, il faut se représenter une *lutte* générale sur tout le *système* entre deux *efforts*, qui sont le complément l'un de l'autre, quant à la *force expansive* du FLUIDE ; l'un est l'*effort* uniforme que fait le FLUIDE chassé

des parties antérieures du *système*, de se distribuer également sur toutes les autres parties ; l'autre est l'*effort* que lui oppose le FLUIDE qui se trouvait déja dans chacune ; effort qui varie suivant la place qu'occupe la partie dans la *sphère* de *fluide déférent* qui environne le *disque*. Sur le cercle A, la *lutte* entre les deux *efforts* se trouve égale ; le FLUIDE local, aidé du *fluide déférent* qu'il y reçoit, fait autant d'effort pour résister au FLUIDE mis en mouvement, que celui-ci pour s'y fixer : ainsi il n'en demeure point ; il n'y a point d'addition de *matière électrique*, et l'état $m =$ se conserve : mais les efforts respectifs n'y existent pas moins ; et c'est leur réunion qui détermine la *force expansive* du FLUIDE, quelque soit le rapport de l'un à l'autre ; de sorte que ce point en transmet une même quantité que les points $m -$ et $m +$. Au premier de ces points, l'effort du FLUIDE local, qui se trouve dans une partie *dense* du *fluide déférent*, l'emporte sur celui du FLUIDE parti des parties plus avancées dans la *sphère*, et ce point perd de la *matière électrique*. De l'autre côté du cercle A, le *fluide déférent* devient de moins en moins *dense* ; le FLUIDE local résiste donc de moins en moins, au FLUIDE en mouvement ; il s'y en fixe des quantités d'autant plus grandes, et ces nouvelles

quantités de *matière électrique* produisent la divergence $m+$, qui va en croissant jusqu'à la limite B, au-delà de laquelle le même équilibre subsiste entre les deux efforts. C'est ainsi que, malgré la différente distribution de la *matière électrique*, un même degré de *force expansive* du FLUIDE s'établit sur tout le *système*.

389. L'expérience précédente démontre donc directement la distinction importante entre la *force expansive* du *fluide électrique* et sa *densité*; et il en résulte nécessairement l'existence de deux *ingrédients* très-distincts dans la composition du *fluide électrique*, considéré seulement dans l'état où il réside sur tous les corps. Il fallait donner des noms à ces deux *ingrédients*; et j'ai nommé l'un *matière électrique*, parce que c'est à celui-là, privé de faculté expansive par lui-même, qu'est due la manifestation du FLUIDE par les *électroscopes*; comme c'est à l'*eau* de la *vapeur aqueuse* qu'est due celle de ce FLUIDE par les *hygroscopes*; et j'ai nommé son autre partie *fluide déférent*, parce qu'elle est le *véhicule* de la *matière électrique*, comme le *feu* est le *véhicule*, ou *fluide déférent* de l'*eau* dans la *vapeur aqueuse*, et la *lumière* celui de la *matière du feu* dans le *fluide calorifique*.

390. On voit encore très-distinctement dans

ces expériences, ce que j'ai dit dès l'entrée, que les *divergences* des *corps mobiles* dans les *électroscopes* n'indiquent directement que l'état *électrique* dans lequel ils sont eux-mêmes; de sorte que le langage des *électroscopes*, quand on les applique à quelque corps, est très-compliqué; et ils ne peuvent indiquer l'état des corps, que par l'examen des circonstances. Si aucune influence ne s'exerce sur un corps, ni autour de lui, l'*électroscope*, se mettant en *équilibre absolu* avec lui, indique directement son état; mais, s'il s'y exerce quelqu'influence, tout change. Si alors les *corps mobiles* de l'instrument se trouvent hors de la *sphère d'influence*, il indique bien le degré comparatif de *force expansive* du FLUIDE, sur le corps auquel il communique, mais non son degré de *densité*: s'ils éprouvent eux-mêmes l'*influence*, ils n'indiquent que leur *propre état*, et seulement quant à la quantité de *matière électrique*, après l'épreuve de la *nature* de leur *divergence*: alors donc on ne peut rien conclure de leurs indications quant au corps même, sans qu'on n'ait déterminé ce qui doit résulter de l'*influence* qui s'exerce.

391. Ayant considéré, dans les expériences précédentes, une *sphère d'influence* du *disque*, ou de tout corps *influant*, et tous les phéno-

mènes visibles, savoir les *divergences* étant les mêmes, si les circonstances sont d'ailleurs égales, soit que le corps soit F —, ou qu'il soit F +, il faut déterminer la différence de leurs *sphères*. Dans le corps F +, la sphère est un espace autour de lui, dans lequel tout corps, et l'*air* lui-même, lui fait perdre du *fluide déférent*, parce que celui qui appartient à son excès de FLUIDE, se portant dans cet espace, où il éprouve moins de résistance, y donne plus de *force expansive* au FLUIDE des corps qu'il *rencontre*, et le sien en même temps *perd* celle qu'il *communique* ainsi aux autres. La *sphère* du corps F — est au contraire l'espace dans lequel le FLUIDE des autres corps *perd* du *fluide déférent* avec lui, parce qu'il en manque, et que ce FLUIDE tend toujours à son propre équilibre : là donc le FLUIDE des corps *perd* la quantité de *force expansive* qu'*acquiert* le sien. D'après cette distinction, et sachant, par la cause des *divergences*, qu'elles doivent être les mêmes, par une même *perte*, ou même *gain* de *matière électrique*, comparativement à l'*air*, on comprend aisément pourquoi les phénomènes *visibles* sont les mêmes, par l'*influence* d'un corps F —, que par celle d'un corps F +.

392. Ce que je nomme ici *sphère d'influence*, change de forme, suivant celle des *corps in-*

fluents ; de sorte qu'elle n'est proprement une *sphère* qu'autour des corps *sphériques ;* à l'égard des *disques*, quelques expériences m'ont montré que l'espace, dans lequel s'exerce l'influence, est *lenticulaire*. Ces expériences qui n'ont pu être faites d'une manière régulière, parce qu'il est trop difficile de mesurer les *hauteurs* et les *distances*, sans *influer* sur les phénomènes, seraient trop longues à décrire : elles demandent d'ailleurs du loisir, bien des précautions et un temps très-favorable. Dans ces expériences, il faut faire parcourir au *curseur*, par le même moyen qu'on a déja vu, deux différentes sections de l'espace occupé par le *fluide déférent*, l'une perpendiculaire au *disque*, et passant par son centre ; l'autre dans le plan même du *disque*, déterminant les *confins* de ce *fluide* par le point du *maximum* de *divergence* $m+$. Les mouvemens du *curseur* étant produits à l'aide de la *fourchette*, il faut que l'appareil qui la porte prenne différentes situations, que l'on trouvera aisément ; mais, dans l'une et l'autre, la divergence des *lames*, si l'on n'en changeait pas la position, se ferait dans un plan perpendiculaire à celui du *disque ;* ce qui empêcherait l'expérience, parce que les *lames*, se relevant vers lui, se chargeraient dans l'air par leur extrémité. Il faut donc sus-

pendre différemment le *curseur* à la *fourchette*, et c'est à quoi sert une petite pièce à deux crochets, figure XXXIV, pl. II. Cette pièce, à son milieu, est percée d'un trou, dans lequel on fait passer l'un des bras de la fourchette, pour qu'arrivée en bas, elle se trouve entre la soie et la boucle du conducteur qui va à l'*électroscope*, dans la situation qu'on voit en *a*, fig. II, pl. XII, où *b* est le bas de la *fourchette*. Le *curseur* étant suspendu à cette pièce, ses *lames* divergent dans un plan parallèle au *disque*, quand elles sont devant lui, parce qu'il coupe, à angles droits, celui dans lequel elles divergent, quand le *curseur* est immédiatement appliqué à la *fourchette*; et inversement, quand elles sont de côté.

393. Ces expériences, relatives aux changements du point $m =$, sur les *conducteurs* soumis à quelqu'*influence*, qui se trouvent liés, comme on l'a vu maintenant, à toute la théorie de l'*électricité*, par les *causes physiques* qui en produisent les phénomènes, je les ai faites sous des formes très-variées, pour porter aussi loin qu'il m'était possible, la vérification du système physique auquel ces phénomènes m'ont conduit : car pour que de tels systèmes soient solides, il faut que les changements qui arrivent dans les *phénomènes*, quand les circonstances

viennent à changer, procèdent évidemment de la nature des nouvelles *circonstances*. Le *Nécessaire* peut fournir, ou directement, ou par quelques additions au besoin, les moyens de varier les expériences, ou d'en faire de nouvelles; mais je ne décrirai plus qu'un appareil, dans lequel on verra que les changements des *circonstances* font changer les *phénomènes*, comme on doit l'attendre de la nature des *causes* définies.

394. Cet appareil, dont presque toutes les pièces sont déja connues, est représenté dans la planche XIII. Le disque *b* est porté par la colonne *a*, *a*, comme dans la planche X. On y voit tout ce qui concerne la *plaque*; le support *f*, *f* et *g*, *g* de son *conducteur*, le *conducteur* lui-même *e*, la *plaque c*, et sa communication *d*, *v* avec son *conducteur*. La baguette de laiton *p*, *q*, sur laquelle se meut le *curseur*, ainsi que l'addition *o*, *p*, sont les mêmes pièces qu'on a vues dans la planche IX, et portées par la même tige de verre; mais ici cette tige a pour base le même pied de bois plombé *k*, qu'on a vu, dans la planche V, servir à l'appareil du *tableau*. La même tige servait aussi dans l'appareil de la planche XII, où elle portait le petit *électroscope* qui reste ici en *l*, *m*, *n*. Le *curseur* qui, dans la *figure*, est placé au

premier

premier point de son *conducteur*, est et demeurera en communication avec l'*électroscope* par la même baguette métallique, qui ici est *x*, *z*; sa boucle, enfilée par le *conducteur*, est entre les deux crochets du *curseur*; de sorte qu'en faisant mouvoir celui-ci avec l'*archet*, il entraîne la baguette, qui glisse dans une boucle *y*, appliquée au haut de l'*électroscope*, et dont la place de dépôt est dans un vide que laisse auprès d'elle, dans le *Nécessaire*, la plus grande pièce qui servait au même usage dans les expériences précédentes. Voilà tout ce qu'il est nécessaire de décrire, quant à présent, dans cette *figure*; les parties ponctuées viendront ensuite à leur tour.

395. Cet appareil se distingue des deux précédens par des *circonstances*, dont on pouvait déterminer les effets d'après la *théorie*, mais qu'il fallait vérifier. Dans les expériences LVI à LIX, avec l'appareil planche XI, le *curseur* se mouvait sur un conducteur, dont la partie *antérieure* demeurait dans la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*, tandis que le *curseur* s'éloignait : il en sera de même ici; mais dans les expériences ci-dessus, le FLUIDE qui partait des parties antérieures, avait un grand espace à parcourir jusqu'aux *lames* de l'*arrière*. Ici il sera confiné dans les conducteurs *o*, *p*, *q* et *x*, *y*. D'un

autre côté, dans les dernières expériences avec l'appareil de la planche XII, le *curseur* communiquait, comme dans celles qui suivront, avec le petit *électroscope ;* mais comme le premier était au bas de la *fourchette,* lorsque la plaque n'était pas jointe au système, il ne laissait rien en arrière dans la *sphère* du *fluide déférent ;* ici il y laissera l'extrémité du conducteur *o, p.* On verra les effets de ces différences.

EXPÉRIENCE LXVI.

J'avance d'abord, avec les précautions indiquées, le *disque* chargé sans la *plaque ;* ce qui fait diverger beaucoup les *lames* du *curseur,* comme m —, et un peu les petites balles *n,* comme *m* +. Je fais mouvoir le *curseur* avec l'*archet ;* et je trouve déja plutôt le point *m* =, ainsi qu'un point *m* +, que dans l'expérience LVI. J'indiquerai la raison de cette première différence, après en avoir montré une plus déterminée de même espèce. La seconde différence se manifeste aux petites balles *n :* leur divergence *m* + diminue encore ici, à mesure que le *curseur* s'éloigne du *premier point,* parce que le FLUIDE, qui partait de celui-ci par l'*influence* du *fluide déférent* du *disque,* diminue en quantité, à mesure qu'il s'en éloigne ; mais

l'extrémité *o*, *p* du conducteur demeurant sous cette *influence*, le FLUIDE qui en part continue de se porter aux petites *balles*, de sorte qu'elles *divergent* toujours à un degré sensible; au lieu que leur *divergence* cessait presqu'entièrement dans l'*expérience* LXIV, où le *curseur*, en s'écartant du *disque*, demeurait néanmoins toujours la partie *antérieure* du système.

396. Cette première expérience, dans laquelle le *curseur*, en se retirant, change sensiblement la *partie antérieure* du *système*, servira ici, comme l'expérience LXIV pour l'expérience LXV, à rendre compte de quelque changement dans la *divergence* des balles *n*, quand la *plaque*, devenant partie *antérieure* stable, la partie *x* du conducteur *x*, *z*, parcourra aussi, avec le *curseur*, les différentes parties du conducteur *p*, *q* qui se trouvent dans trois différents états relatifs à *m*, ou à la *matière électrique*.

EXPÉRIENCE LXVII.

J'avance le *disque* chargé avant que la *plaque* soit jointe à l'appareil; ce qui fait diverger les *lames* du *curseur* au *premier point*, d'environ 3 à 4 lignes *m* —, et les balles *n* divergent comme dans l'expérience précédente. J'amène alors la *plaque* derrière le *disque*, en produi-

sant le contact du fil conducteur qui la porte avec la partie *o*, *p* du *conducteur* du *curseur*; ce qui fait presque cesser la divergence *m* — des *lames*, et diverger beaucoup *m* + des petites balles *n*. Je fais mouvoir le *curseur* en arrière avec l'*archet*; et ici son point *m* = se trouve à peine distant de demi pouce, au lieu que dans l'expérience LVII, sur le conducteur de l'appareil planche XI, il était à la distance d'un pouce. La divergence *m* + commence aussi plus près, et devient plus grande à son *maximum*.

397. On trouve dans cette expérience, comme dans la précédente, les différences qui doivent naturellement résulter d'un moindre espace laissé à une moindre quantité de FLUIDE partant de la *plaque*, comparativement aux expériences LVI et LVII. Les *lames* du *curseur*, parcourant la même partie de la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*, leur FLUIDE y éprouve les mêmes accroissements dans sa *force expansive*; mais celui qui part de la *plaque*, ayant moins d'espace pour s'étendre, fait plus d'effort pour se fixer sur elles à chaque point; ainsi au *premier point*, il force celui des *lames* à y rester en plus grande quantité; ce qui diminue leur divergence *m* — : il l'y retient déja entièrement, sans s'y fixer encore lui-même à la distance de demi-pouce, qui devient leur point *m* =; et

leur *maximum* de divergence $m+$ devient plus grand.

398. On voit donc ici la *théorie* confirmée, en ce que le changement des *phénomènes* est conforme à ce qu'exige celui des *circonstances*; et elle le sera plus immédiatement encore, en produisant le changement inverse dans le même appareil. Je prends l'appareil de la planche XI, en ne lui laissant que le conducteur *r*, *s* et les *lames* de l'*arrière*, et je le place sur la table, prêt à amener son extrémité *s* en contact avec le conducteur *d* de la *plaque*; ce qui augmentera l'étendue du *système*.

EXPÉRIENCE LXVIII.

Tout étant ramené dans l'état de l'expérience précédente, lorsque le *curseur* étant arrivé à demi-pouce de distance du *premier point*, ses lames étaient $m =$, je produis la jonction du conducteur de l'autre appareil, et en voici les effets : Le FLUIDE qui part de la *plaque*, se portant alors en partie dans le nouvel espace, y fait diverger $m+$ les *lames* de l'*arrière* : il a donc diminué dans le précédent appareil; ce qui se voit d'abord par la diminution de la divergence $m+$ des balles *n* : et l'effet qui en résulte sur les *lames* du *curseur*, est de les

faire diverger m —, au même point où elles étaient m = : alors, pour retrouver ce point, il faut les reculer d'environ un demi-pouce de plus, parce qu'elles n'ont pas besoin d'être dans une partie aussi *dense* de la *sphère* du *fluide déférent*, pour que leur FLUIDE soit en équilibre, avec celui qui part de la *plaque*, partagé alors sur un plus grand espace; c'est pourquoi aussi le *maximum* de leur divergence $m+$ devient moindre.

399. Ceux qui cherchent la certitude dans les *théories*, pour s'assurer des causes auxquelles elles peuvent conduire, ne seront pas fatigués des moyens de varier les *circonstances*, fournis par la construction des pièces du *Nécessaire*. Je décrirai donc encore deux arrangements des pièces de la planche XIII, sans l'addition d'un nouveau *conducteur*. Dans le premier, on pourra changer les points par lesquels les *lames* du *curseur* seront en communication avec le *système*; afin de voir, sous une autre forme, que ce qui détermine leurs *divergences*, est indépendant de ce point de communication, et ne tient qu'à la place qu'elles occupent dans la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*. Il aurait fallu une autre *figure* pour ce changement, si je n'avais compté sur l'imagination de mon lecteur.

400. Le plan du *disque* doit devenir *horizontal*, à un niveau plus bas que son centre dans la *figure*. Pour cet effet, sa *tige* doit entrer dans un trou plus bas de la même *colonne*. (On le voit en *g* de la planche X.) La *plaque* pouvant tourner sur les tourillons du demi-cercle qui la porte, on la rend *horizontale*, pour être amenée au-dessus du *disque*. Il faut alors reculer l'appareil du *curseur*; de sorte qu'étant au *premier point*, ses lames ne s'approchent qu'à 2 ou 3 lignes du bord du *disque*. La partie *o*, *p* de ce conducteur sera toujours en communication avec celui de la *plaque*; mais les changements de position du *curseur* se feront en l'*élevant*; ce qui fera changer les points de communication.

EXPÉRIENCE LXIX.

Au commencement de cette expérience, le *disque* étant chargé, et la *plaque* amenée au-dessus de lui, la communication du conducteur de celle-ci avec celui du *curseur*, se trouve à environ 22 lignes de distance du *disque*; ce qui fait 4 lignes de plus que lorsque dans l'expérience précédente, les *lames* du *curseur* étaient déja dans l'état *m* =; mais ici elles divergent beaucoup *m* —. Pour les amener à l'état *m* =, il faut les élever d'un demi-pouce de plus; ce

qui se fait, en plaçant sous le pied *k* de l'appareil, une pièce de bois cylindrique 3, qu'on voit logée dans la colonne, avec une autre pièce 2, dans la *figure* de la planche X. Ces deux pièces se voient aussi dans la planche XIII dont il s'agit ici; mais alors elles servent à un autre usage, dont je parlerai. Le point de communication du *curseur*, avec le *système*, est arrivé à 40 lignes de distance du *disque*, au lieu qu'il n'était qu'à 18 lignes dans l'expérience précédente. En plaçant encore sous le pied *k* la pièce 2, on l'élève de 9 lignes de plus, les deux conducteurs étant toujours tenus en communication, et on trouve là sensiblement la divergence *m* +. Prenant alors dans la main le pied *k*, on peut faire parcourir, par le conducteur *o*, *p*, toute la hauteur du conducteur *d* de la *plaque*; et l'on y trouve le point où les lames divergent *m* + au *maximum*, à une distance proportionnellement plus grande que dans l'expérience précédente. Cette expérience prouve donc de nouveau, sous une autre forme, que lorsqu'une quantité déterminée de FLUIDE part des parties *antérieures* d'un *système conducteur*, par l'*influence* d'un corps électrisé F +, la *divergence* des *corps mobiles* ne dépend que de la place qu'ils occupent dans la *sphère* du *fluide déférent* de ce corps, sans rapport avec

le point par lequel ils communiquent au *système*.

401. Une autre circonstance qui a rapport au même sujet, quoique sous une forme différente, c'est que lorsqu'un *électroscope* mis en communication avec tout *système* sur lequel s'exerce une *influence*, éprouve une certaine *divergence* à un point donné, le côté par lequel lui arrive le FLUIDE qui abandonne les parties *antérieures* est indifférent; c'est-à-dire qu'il produit le même effet, soit qu'il arrive par un point plus *voisin* ou plus *éloigné* que lui du corps qui produit l'*influence*. C'est ce que j'ai déja montré dans l'expérience LIX, et qu'on peut retrouver aisément ici.

402. Pour cette nouvelle expérience, il faut d'abord ôter le petit conducteur x, y qui embarrasserait; il faut ôter aussi l'addition o, p du *conducteur* du *curseur*, parce que celui-ci ne doit pas communiquer immédiatement à la *plaque* : alors le conducteur d de celle-ci doit être rendu horizontal, comme en n, lignes ponctuées, en y ajoutant son *conducteur mobile*. Enfin, le crochet v qui porte la *plaque*, doit entrer dans un autre trou près du coude de son grand conducteur.

EXPÉRIENCE LXX.

Le *disque*, redevenu *horizontal*, étant chargé, et le *curseur* placé à quelque point moyen de son conducteur p, q, il faut observer la *divergence* des *lames*. Amenant alors la *plaque* devant ou derrière le *disque*, tandis qu'on tient son *conducteur mobile* soulevé par la *soie*, on aura occasion d'observer d'abord les effets produits sur les *lames* par la différence de ces positions de la *plaque*, sans communication encore avec elles. Puis amenant le *conducteur mobile* sur le conducteur p, q, à quelque point en *avant* ou en *arrière* du *curseur*, et observant l'effet qu'il produira sur les *lames*, on ne les verra pas changer, lorsqu'on produira le second contact au côté opposé du premier.

403. Il serait commode d'avoir à-la-fois des *électroscopes* placés à l'avance aux divers points du *conducteur* sur lequel l'*influence* s'exerce, pour trouver en même temps les parties qui deviennent $m-$, $m=$ et $m+$; mais il faudrait pour cela opérer avec de bien grands appareils, pour que les *électroscopes* eux-mêmes, quoique très-petits, ne produisissent pas des différences sensibles dans les phénomènes. C'est l'avantage que j'avais dans mes anciennes expériences: on ne

peut pas en jouir avec ces petits appareils ; mais comme il faut tâcher de tirer parti de tout, cela même servira à confirmer la théorie sous une nouvelle forme.

404. Un *second électroscope*, presque semblable au *curseur*, que j'ajouterai dans l'expérience suivante, est celui qui appartenait à l'appareil planche XI, et que j'y nommais *lames* de l'*arrière*. Il doit être porté par un des deux *petits électroscopes*; dont un est en *l*, *m* de la *figure* que j'emploie ici : on peut l'y laisser avec le conducteur *a*, *y*, pour quelques expériences, afin d'observer les différences qui en résultent; mais ici je supposerai que ces pièces sont ôtées. Le petit électroscope sera porté par les deux pièces de bois cylindriques 2, 3, figure ponctuée, en y enfonçant la tige de verre, de manière que les crochets de l'extrémité de son conducteur puissent s'appliquer au conducteur *p*, *q*, comme on le voit dans la *figure*; et là pendront les *secondes lames*. L'addition *o*, *p* est remise au conducteur *p*, *q*.

EXPÉRIENCE LXXI.

Je dois renfermer sous ce titre nombre d'expériences qu'on pourra faire, mais dont je ne ferai qu'indiquer la marche. Elles peuvent com-

mencer sans la *plaque ;* et là déja on trouvera de grands changements dans les *lames* du *curseur ,* quand on appliquera les *secondes lames ,* de même que suivant les points auxquels elles seront appliquées ; mais je ne parlerai que de ce qui arrive durant la jonction de la *plaque.* Quand on fait mouvoir des *secondes lames* le long du conducteur p , q , sans que le *curseur* y soit encore, leurs phénomènes sont à-peu-près semblables à ceux de celui-ci, quand il est seul ; mais lorsqu'il est placé au *premier point ,* on ne trouve plus de point m — pour les *secondes lames ;* à peine un point $m =$, et elles sont $m +$ à la plus petite distance.

405. Ici la *sphère* du *fluide déférent* du *disque* restant la même, le FLUIDE des *lames* reçoit la même augmentation de *force expansive* aux mêmes distances du *disque ;* mais leurs *divergences* ne dépendent que de leur quantité de *matière électrique :* cette quantité n'est pas déterminée par la *force expansive* de leur FLUIDE, celle-ci ne faisant que déterminer la portion du FLUIDE venant des parties *antérieures*, qui pourra s'y fixer. Or, quand le *curseur* se trouve au *premier point ,* il fournit lui-même aux *secondes lames* une partie du FLUIDE qu'il perd ; de sorte qu'on ne trouve plus par elle de point $m =$: à la plus petite distance, elles sont déja

m +. On peut, comme on le conçoit aisément, varier beaucoup ces expériences avec les *secondes lames ;* c'est presqu'un genre d'expérience pour les dames, comme serait un métier à broder devant elles ; et pourtant elles sont très-dignes du physicien qui veut approfondir les *phénomènes* pour y suivre la marche des *causes*.

406. J'ai bientôt parcouru tous les phénomènes produits par le *fluide électrique*, tant qu'il demeure tel qu'il réside sur tous les corps ; et, dans toutes les expériences que j'ai rapportées, il n'a été question que des *divergences ;* car les *commotions* mêmes que ce FLUIDE fait éprouver en certain cas, ne peuvent être réellement comprises qu'à l'aide des *divergences* : et l'on ne doit pas en être étonné, puisque sans les mouvements qu'il occasionne dans ces ruptures d'équilibre, en vain le verrions-nous *étinceler ;* car, l'instant d'après, il est de nouveau caché à tous nos sens. C'était donc sur ces *mouvements* qu'il fallait concentrer l'attention, parce que la recherche de leurs *causes* en diverses circonstances, était le seul moyen de parvenir à la connaissance du FLUIDE qui les produit. Or, il nous reste à examiner une de leurs circonstances dans le phènomène le plus commun, celui même qui était connu depuis longtemps par l'effet de l'*ambre*, avant qu'on eût aucune

connaissance du *fluide électrique*, qui, depuis qu'il a été découvert par les *étincelles*, a pris son nom de l'*ambre*; je veux dire les *mouvements* des corps mobiles *non-électrisés*, auprès des corps *électrisés*.

407. Un *corps léger*, suspendu par un fil, étant amené auprès d'un *corps électrisé*, se porte d'abord vers lui; et, s'il peut le *toucher*, il s'en éloigne. Tel est le phénomène qui avait fait naître à l'abbé *Nollet* l'idée des *affluences* et *effluences* simultanées des *corps électrisés*, à laquelle M. *Brisson* tient encore. Mais examinons les modifications de ce phénomène.

408. Si le *corps électrisé* est *non-conducteur*, et qu'il ait été électrisé par le *frottement*, les *corps légers* qui se portent vers lui, ne s'en *écartent* point ensuite. Tel était le phénomène de l'*ambre*; c'est celui de la *cire à cacheter*; et, de toutes les substances *résineuses*, le *verre* ne le produit pas, parce qu'il est trop *conducteur*. Voilà qui met en défaut le système des *affluences* et *effluences*, et qui ramène les *mouvements électriques* à leurs seules *lois*, en y faisant intervenir la propriété distinctive des substances *non-conductrices*.

409. Les *lois* des *mouvements électriques* sont très-simples, et se réduisent à deux: quand deux corps, l'un et l'autre *mobiles*, sont dans des

états électriques *différents*, ils s'approchent l'un de l'autre : quand ils sont dans des états *semblables*, différents de celui de l'*air*, ils *s'écartent* l'un de l'autre. Dans l'un et l'autre cas, si l'un des deux seulement est *mobile*, c'est lui qui *s'approche* ou *s'écarte* de l'autre. Or, les corps *non-conducteurs*, ne partageant que très-difficilement leur *état électrique* avec ceux qui en diffèrent, *conducteurs* ou *non-conducteurs*; quand les *corps légers* se portent vers eux par cette *différence*, ils leur restent attachés, parce que la même *différence* subsiste entr'eux; car les contacts ne se font que par quelques points; et l'on a vu que, par cette raison, les *disques* de l'*électrophore* n'enlèvent ni ne donnent du *fluide électrique* aux surfaces de celui-ci, quoique dans un état électrique différent. La même cause agit quelquefois pour retenir les *corps légers* auprès des *conducteurs* électrisés, si les premiers ne sont pas *bons conducteurs*, parce qu'ils modifient, par leur *influence*, les points qu'ils touchent, et rapprochent assez les *états électriques* (comme on l'a vu dans d'autres phénomènes) pour qu'il n'y ait aucun passage de *fluide électrique* : la seule interposition du *taffetas* entre deux *disques*, dont l'un devient fortement *m* +, et l'autre *m* —, empêche le passage du FLUIDE au travers du tissu de cette étoffe, quoique

sans les *influences* mutuelles elle serait un crible pour lui. Mais si les deux corps sont *conducteurs*, revêtant au moment du contact une même *électrisation*, différente de celle de l'*air*, le *corps mobile s'écarte* aussitôt. Telle est donc la cause de ce phénomène d'*approche*, suivie d'*écartement* : ainsi je passe à d'autres phénomènes plus compliqués.

410. Si le *corps mobile* est suspendu par un *fil conducteur*, communiquant avec le *sol*, il se porte très-rapidement vers le *corps électrisé*; mais s'il est suspendu par de la *soie*, il ne s'y porte que lentement. Cette différence procède de l'obstacle qu'oppose la *soie* à l'effet de l'*influence* du *corps électrisé*. Si c'est un corps F +, à mesure que le *corps mobile* s'en approche, son FLUIDE éprouve une augmentation de *force expansive* par le *fluide différent* de ce corps; si celui-ci est F —, le FLUIDE du *corps mobile* éprouve au contraire une augmentation de *force expansive*. Quand le *fil* de suspension est *conducteur*, l'équilibre de *force expansive*, s'établissant, le *corps mobile* passe, quant à la *matière électrique*, dans l'état contraire à celui du *corps électrisé*, et se porte rapidement vers lui; quand le *fil* est une *soie*, le *corps mobile* demeure avec sa quantité de *matière électrique*; et sa différence à cet égard avec le *corps électrisé*,

trisé, n'augmentant pas, il ne se porte vers lui que lentement.

411. Cependant le cas d'un corps suspendu par une *soie*, n'est pas si simple qu'il paraît d'abord : ce corps, sans doute, par son approche d'un *corps électrisé*, ne perd ni n'acquiert de la *matière électrique*; mais elle se *déplace* sur lui-même ; sa partie *antérieure* revêt à cet égard un état *contraire* à celui du corps, et sa partie postérieure passe au *même* état que lui. Or, dans une *balle*, par exemple, la partie *antérieure*, étant la plus voisine du corps, sa tendance à se *porter* vers lui par un état contraire, est plus grande, que la partie opposée à s'éloigner, à cause d'un état *semblable*; ce qui contribue à accélérer son mouvement.

412. La première expérience de ce genre, que je fis il y a longtemps, fut avec une balle de liége d'un pouce de diamètre, que je coupai en deux hémisphères; et je suspendis chacun de ceux-ci par deux longues *soies*, fixées sur le bord de la section diamétrale, à quelque distance l'une de l'autre, et que j'écartai beaucoup dans le haut au point de suspension ; ce qui servait à empêcher des mouvements latéraux, sans gêner les mouvements en avant et en arrière. Les deux hémisphères, dans cet état de suspension, s'appliquaient l'un contre

l'autre ; et je les réunissais par un petit crampon planté au-dessous, auquel était fixée une *soie*, par laquelle je pouvais aisément l'enlever. Je marquais le point de suspension libre de cette *balle* par un bras de verre placé près et à côté d'elle ; puis j'en approchais centralement un *disque* vertical de laiton de 8 pouces de diamètre, électrisé F +, jusqu'à ce qu'elle commençât de se porter vers lui ; puis j'ôtais le crampon : alors l'hémisphère antérieur se portait davantage vers le *disque* ; il allait même le frapper, s'il était trop près ; et l'autre hémisphère se portait en arrière au delà du point dont ils étaient partis, mais moins que le premier ne s'était mû dans l'autre sens. Si je déchargeais alors le *disque*, les deux hémisphères se portaient vivement l'un contre l'autre ; si je prévenais leur réunion par le bras de verre, avant que de décharger le *disque*, après qu'il était déchargé, je trouvais, par un très-petit électroscope, que l'hémisphère le plus près du *disque*, était *négatif*, et l'autre *positif*.

413. Je fis alors la même expérience avec des *plaques* circulaires de fer-blanc, à rebord, de 6 pouces de diamètre, suspendues de la même manière que les demi-balles ; mais à une telle distance l'une de l'autre, que lorsqu'elles étaient passées aux états contraires, et que le *disque*

était déchargé, elles ne pouvaient pas se toucher en tendant l'une vers l'autre : je les réunissais par un fil métallique, qui était en crochet à ses extrémités, et que je plaçais au sommet des plaques, de manière que la *plaque* antérieure ne pouvait se mouvoir en avant, sans tirer l'autre après elle. Je plaçais des bras de verre à côté de chaque *plaque*, à son point de repos, et j'approchais le *disque* chargé jusqu'à ce que le groupe se mût vers lui. Alors j'enlevais le fil conducteur avec une baguette de verre; la *plaque* antérieure se mouvait davantage vers le *disque*; et l'autre *plaque* rétrogradant, dépassait son point de repos. Quand je déchargeais le *disque*, les deux *plaques* se portaient l'une vers l'autre, sans pouvoir se toucher, et je trouvais la *plaque* antérieure *négative* et l'autre *positive*. J'ai décrit ces expériences dans mes *Idées sur la Météorologie*.

414. J'essayai encore dans le même temps, si ce *déplacement* de la *matière électrique* n'avait point de limites par la proximité des surfaces opposées d'un corps, et je n'en trouvai aucune; car le déplacement eut lieu entre deux *plaques* très-minces, suspendues en contact l'une avec l'autre. Or, comme cette expérience est très-intéressante, quant aux modifications de la *matière électrique* sur les corps par le *fluide*

déjérent, j'ai renfermé dans le *Nécessaire*, les pièces propres à l'exécuter.

415. Les *plaques* qui doivent être suspendues, se voient à leur place de dépôt sur la petite planche A, A, A, A, séparée dans la planche IP, de la planche dans laquelle elle se loge. Il s'agit ici de la *figure* XXXV; les *plaques* y sont supposées l'une sur l'autre en *d*, retenues d'un côté par les petites chevilles *e*, *e*, et du côté opposé, par une pièce qui, tournant sur le point *f*, vient se fixer sur elles. Chaque plaque a deux *soies*, fixées aux points *g*, *g*; ce sont des soies très-fines, telles qu'elles sortent de la filature, qui se réunissent à leurs extrémités, en passant dans une petite boule de bois percée; ce qui facilite la détermination exacte de leur longueur, et sert aussi à les manier plus commodément. Les *soies* des mêmes côtés des plaques, quand celles-ci sont posées l'une sur l'autre, s'étendent des deux côtés de la petite planche; mais il faut les y placer l'une après l'autre. On étend d'abord une de ces boucles de soie, en faisant passer les deux brins sous des boutons *h*, *h*, et amenant la petite boule dans une cavité en *i*. On en fait autant de l'autre; puis on fait venir sur les boules placées l'une auprès de l'autre, une pièce qui tourne sur le point *k*.

416. La planchette A, A, A, A, quand elle

est à sa place dans le *Nécessaire*, couvre deux pièces qui appartiennent à l'appareil des *plaques*. Cette planchette encore, porte quatre pièces délicates, par leurs fils et leurs lames, qui pourraient souffrir par quelqu'inadvertence; il convient donc d'avoir à portée un clou, où l'on puisse la suspendre, quand on emploie le *Nécessaire*, et c'est à quoi sert un trou en *m*.

417. Commençons d'abord par monter l'appareil, et j'indiquerai successivement les places de dépôt de ses pièces. On le voit dans la planche XIV, et l'on y reconnaîtra déja bien des pièces. D'abord la colonne *a*, *a*, portant le disque *b*, puis la grande tige de verre *c*, *d*, qui a aussi paru plusieurs fois; mais ici sa pièce d'ivoire au sommet, reçoit une petite branche de laiton *e*, portant un arc de fil de laiton, dont les extrémités *f*, *f* se terminent en crochet, pour recevoir les soies des *plaques*; on voit cette pièce à sa place de dépôt dans la fig. XXXVIII, planche II. Avant que de suspendre les *plaques*, il faut prendre à sa place de dépôt, fig. XXXVII, pl. II, une pièce de laiton coudée, ayant une boule à l'un de ses bras *c*, et dont l'autre bras, enveloppé d'une soie très-fine, formant une boucle fixée au bas vers le coude *b*, est dans un petit étui de bois *d*, *d*. Il faut ôter cet étui,

dérouler la soie, et faire entrer l'extrémité de ce bras dans la pièce d'ivoire *l* de la tige de verre *c*, *d*. La première *plaque* qu'on suspend aux crochets *f*, *f*, qui en écartent les deux fils dans le haut, doit passer d'abord dans la boucle de soie de la pièce coudée; et quand la *plaque* est suspendue, cette boucle se trouve en *k*, *k*; la pièce d'ivoire, dans laquelle cette pièce coudée entre en *l*, peut tourner, quand on veut faire mouvoir la *plaque* par la boucle de soie. L'autre plaque est suspendue ensuite aux mêmes crochets devant la première; et par la longueur déterminée de leurs soies, ces *plaques* pendent l'une contre l'autre en *g*, ayant leur centre à même hauteur que celui du disque. On réunit alors les deux *plaques* par une pièce, dont la place de dépôt est en figure XXXVI, planche II. Une partie de cette pièce consiste dans une pince *a*, *b*, à laquelle sont fixées deux *soies*; l'une, formée en boucle, est fixée à l'une des branches de la pince plus longue que l'autre; elle s'étend de *b* en *c*, retenue là par un bouton: l'autre soie est simple; elle est fixée à la boucle *a* de la pince, et s'étend d'*a* en *d*, où une petite boucle de bois qui la termine entre dans une cavité de la planche. J'ai représenté cette *pince*, vue de côté dans la figure XLI, pl. II, et on la voit en *h*, *i*, pl. XIV. Je dirai dans

la suite la raison de tout ce qui constitue cette pièce.

418. Quand l'action du *disque* a changé inversement l'état des deux *plaques*, elles se portent un peu vers lui; et si alors on retire la *pince*, les mouvements des *plaques* sont instantanément inverses; mais la *plaque* antérieure va frapper le *disque*, retourne, rencontre l'autre, et elles demeurent ensemble écartées. Il fallait prévenir ces mouvements pour pouvoir observer l'état des *plaques*: c'est à quoi sert un arrangement de pièces dont plusieurs sont déja connues. La tige de verre *p*, *q* est celle du *grand électroscope*, avec la base de bois plombée. La baguette *r*, *r* est le *conducteur* de ce même électroscope; et la baguette à boucle *s*, *s*, qui se fixe dans un trou de la base, est celle de l'*entonnoir*. Ces deux baguettes servent à tenir tendues deux *soies*, fixées l'une et l'autre par leurs extrémités à deux petits canons de bois *t*, *t*, dans lesquels passent les baguettes, entre lesquelles alors les soies sont verticalement parallèles en *u*, *u*; c'est ce que je nommerai la *barrière*. La place du dépôt de ces *soies*, roulées sur les canons de bois, est figure XIX, planche III. Il faut que les baguettes tiennent les *soies* bien tendues; et alors les canons de bois, éprouvant beaucoup de frotte-

ment, on peut les tourner de manière que les *soies* se portent en dehors du côté des *plaques*, pour que les crochets, auxquels celles-ci sont suspendues, ne les empêchent pas de raser les *soies* de la *barrière* avant l'électrisation. Quand la pince est mise aux *plaques*, pendant du point *i*, il faut la faire passer derrière la baguette *s*, et laisser sa petite boule de bois sur la table en *v* : la baguette sert ainsi, comme de poulie fixe, pour qu'en tirant horizontalement le bouton sur la table, la *pince* quitte les *plaques*, en s'abaissant.

419. Dès que la *pince* a abandonné les *plaques* électrisées, elles s'écartent un peu; et aussitôt, faisant tourner la pièce coudée, jointe à la grande tige de verre en *l*, pour porter son bouton derrière la tige en *m*, la boucle de soie retire en *n* les *soies* de la *plaque* postérieure qui vient pendre en *o*; ainsi, quand on décharge le *disque*, les deux *plaques* restent séparées, et l'on peut examiner leur état. C'est l'office du petit électroscope *x*, *y* qu'on a déja vu avec le même petit conducteur dans la pl. VI, où le dernier portait d'un côté la longue *pointe* à petite *plaque* à son extrémité, et de l'autre, les petites *balles* à longs fils d'argent : ici il ne porte pas cette pointe; et au lieu de petites balles à longs fils, il en a d'autres, dont la place

de dépôt (où elles sont enfermées dans un tube de verre) est en figure XX, planche III.

420. Je remarquerai, au sujet de cet *électroscope*, que les expériences électriques délicates sont de deux sortes, et exigent ainsi des *électroscopes* différents. Dans les unes, c'est le degré d'*électrisation* qui est petit, quoique appartenant à de grands corps, comme, par exemple, à l'atmosphère; alors il faut des *électroscopes*, dont les *corps mobiles* s'écartent très-aisément; mais la *masse* de l'*électroscope* peut être grande. Dans d'autres cas, le degré d'*électrisation* est assez grand, mais il appartient à de petits corps; en ce cas, l'*électroscope* n'a pas besoin d'une grande *sensibilité*, mais sa *masse* doit être petite, pour ne pas trop diminuer le *degré* d'électrisation du corps, en le partageant, et c'est le cas de nos *plaques*.

421. La bouteille, avec laquelle on donne du FLUIDE au *disque*, doit être tenue à l'écart; c'est le *disque* qui doit y être porté pour recevoir le FLUIDE : car, si on approche la bouteille, les *plaques* reçoivent aussi du FLUIDE par leur tranche dans l'air qui environne son bouton. Il faut être un peu exercé à ces expériences, pour connaître ce qui peut les faire manquer. Il faut d'abord que le temps soit très-favorable, pour que les *soies* des *plaques* et de la *barrière* ne

deviennent pas un peu *conductrices ;* car alors les *plaques* soumises à l'*influence* du *disque*, perdent un peu de FLUIDE. Si l'on n'amène pas le *disque* bien parallèlement aux *plaques*, elles peuvent au contraire recevoir du FLUIDE par l'air du côté où leur tranche est plus voisine du *disque* : la distance de celui-ci doit être d'environ 3 lignes; mais si l'on ne réussissait pas avec si peu de distance, il faudrait charger beaucoup la *bouteille*, et tenir alors le *disque* à une plus grande distance, parce que le défaut de parallélisme influe moins.

422. Avant que de rendre raison de la manière dont la *pince* demeure suspendue à la *plaque* qu'on tire en arrière, je rapporterai une première expérience.

EXPÉRIENCE LXXII.

Les *plaques* étant réunies par la *pince*, et rasant les *soies* de la *barrière*, en pendant librement devant elle, il faut amener le *disque* de l'autre côté, bien parallèlement, à environ 3 lignes de distance. Alors on aperçoit que le *groupe* fait un peu d'effort contre la *barrière*, pour se porter contre le *disque*. Cette tendance ne peut être que faible, parce que les deux *plaques*, passées dans des états différents,

sont si voisines l'une de l'autre, que l'excès de tendance de la plaque *antérieure* vers le *disque*, sur la tendance contraire de la plaque *postérieure* par la différence de *proximité*, se réduit presque à rien. L'effet de cette différence ne devient sensible, que lorsque les deux faces des corps, ou des groupes ont plus de distance entr'elles, comme dans les expériences que j'ai rapportées ci-dessus. Il faut alors dégager la *pince* par un mouvement uniforme; ce qui se fait, en mettant le doigt sur la petite boule de sa *soie*, et le faisant glisser en arrière sur la table. Dès que les *plaques* sont libres, on les voit s'écarter, la plaque *antérieure* se portant plus fortement contre la *barrière*, et l'autre s'en écartant. Il faut alors retirer celle-ci par la boucle de soie en *l*, décharger le *disque*, et porter l'*électroscope* à chacune des *plaques*.

423. C'est ici que je dois expliquer pourquoi la *pince* doit demeurer suspendue par sa boucle de soie à la plaque, retirée au point *o*. Pendant quelque temps, en faisant ces expériences, j'avais l'habitude de porter d'abord l'*électroscope* à la plaque *antérieure*; ce qui faisait diverger ses balles : portant alors la *cire frottée* au-dessus de leur conducteur, leur divergence augmentait, et ainsi elles étaient *m* —. Je portais ensuite

l'*électroscope* à l'autre *plaque*, où la divergence cessait à-peu-près; et répétant les contacts alternatifs, la divergence diminuait de plus en plus, mais non entièrement. Je concluais de-là que le groupe avait perdu un peu de FLUIDE par ses *soies*; mais je ne doutais pas que la plaque *postérieure* ne fût $m+$, parce que je ne réfléchissais pas encore à ce qui aurait dû en résulter dans l'attouchement de l'*électroscope*. Mais commençant une fois par cette *plaque* postérieure, l'*électroscope* n'y divergea pas, quoiqu'ensuite il divergeât $m-$ à la partie *antérieure*. Je répétai plusieurs fois l'expérience en des jours différents, et je trouvais toujours la même chose; quelquefois j'avais un peu de divergence $m+$ à la plaque postérieure, mais point en proportion de ce que l'autre était $m-$. Ce phénomène m'embarrassa beaucoup jusqu'à ce que je vinsse à penser, que le FLUIDE qui manquait ainsi dans les *plaques*, pouvait être parti avec la *pince*. Celle-ci étant affectée comme les *plaques*, quand elle leur est réunie, a alors sa branche antérieure $m-$, et sa branche postérieure $m+$; ce qui semble d'abord la laisser elle-même dans l'état $m=$, quand on la retire; mais en la retirant, on la fait descendre, et elle passe ainsi dans une partie moins *dense* de la *sphère* du *fluide déférent* du *disque*; de sorte

qu'une partie du FLUIDE, qui part de la plaque *antérieure*, peut s'y retirer.

424. Pour vérifier cette conjecture, je tirai en pointe une petite baguette de verre, je tournai la pointe en crochet, et je la vernissai; après quoi, je fis l'expérience suivante :

EXPÉRIENCE LXXIII.

Ayant amené le *disque* chargé, et les *plaques* réunies par la *pince* s'appuyant contre la *barrière*, j'enlevai la pince par le crochet de verre, de manière qu'elle y resta suspendue, et je la portai contre l'*électroscope*, dont les *balles* divergèrent, et cette divergence se trouva *m* +; ainsi ma conjecture fut vérifiée.

425. Je songeai alors au moyen d'assujettir la *pince*, à la *plaque* qu'elle privait de ce FLUIDE, de manière qu'elle lui restât unie dans sa retraite; et c'est ce que j'ai produit par la boucle de *soie*, fixée à la plus longue branche de la *pince*. Cette plaque doit d'abord passer dans la *boucle*, qui demeure lâche entre les *soies* des *plaques*, comme en *g*, quand elles sont devant le *disque*; mais quand la *pince* descend, sa boucle de *soie* vient se loger entre la plaque et ses soies au point où celles-ci sont fixées, et la branche de la *pince* du côté du *disque* étant

plus courte que l'autre, les plaques sont libres, sans que la longue branche cesse de toucher par le bas celle qui se retire, et c'est ainsi qu'elle lui reste suspendue en *o*, *z*.

426. Je vais maintenant décrire les expériences avec l'appareil amené à ce point.

EXPÉRIENCE LXXIV.

Tout étant préparé, jusqu'à la modification des *plaques* par le *disque*, je retire la *pince*, par un mouvement uniforme, jusqu'à ce que sa branche courte ait dépassé les *plaques*; alors je laisse sa soie libre, et je retire en *o* la *plaque* à laquelle elle reste suspendue, puis je décharge le *disque*. Par ce changement, à laquelle des deux *plaques* que je porte l'*électroscope*, ses balles divergent. Il faut faire attention à ce qui arrive, quand on le porte à l'autre *plaque*: les balles tombent d'abord par un mouvement très-prompt, puis se relèvent. Voilà donc à quoi je ne songeais pas dans les premières expériences, sans quoi j'aurais reconnu, en n'observant qu'une simple diminution de la *divergence*, quand je portais l'*électroscope* à la *plaque* derrière, qu'elle n'était pas $m+$; car, dès qu'elle l'est, le premier effet de l'*électroscope*, qui est $m-$, est de lui enlever du FLUIDE pour arriver à l'état

m =, et c'est l'instant où les balles *tombent*; puis elles se relèvent, en partageant l'état *m* +. C'est ce qui arrive par la cause inverse, quand on porte ensuite l'*électroscope* à la plaque *m* —, à laquelle il rend d'abord du FLUIDE; puis il participe à sa *privation*. L'*électroscope* sert ainsi d'intermède, pour rétablir l'équilibre entre les *plaques*; ses divergences opposées diminuent donc à chaque fois, et dans trois ou quatre allées et venues tout mouvement sensible cesse. Le mouvement est toujours plus grand à la plaque *m* —, parce qu'elle a moins de volume que l'autre, unie à la *pince*. Quand le temps est favorable, toute divergence cesse à l'*électroscope*; ainsi l'ensemble des deux *plaques* était demeuré *m* =.

427. On peut faire diverses expériences avec cet appareil, par plus ou moins de charge, ou de distance du *disque*, et les phénomènes se conforment aux différentes circonstances, par les mêmes causes, mais je ne rapporterai plus qu'une expérience.

EXPÉRIENCE LXXV.

Suspendant les *plaques* réunies à une demi-ligne de distance de la *barrière*, et le *disque* étant amené à 3 lignes de celle-ci; je porte au centre

des *plaques* la longue *pointe* figure XIV, pl. II, pour leur enlever du FLUIDE, sans y produire des balancements, ni influer sur le *disque* par l'approche du doigt : aussitôt le groupe s'appuie contre la *barrière*, comme étant devenu m —, et tendant fortement vers le *disque*. (C'est le cas d'un corps suspendu par un fil *conducteur*.) Retirant la *pince*, les plaques divergent plus fortement entre elles, comme étant l'une et l'autre *m* —. Faisant alors reculer la *plaque* de derrière, tandis qu'on décharge le *disque*, et la laissant rapprocher lentement de l'autre, leur *divergence* continue. Elles font alors diverger fortement les petites balles de l'*électroscope* ; mais celle de l'*avant* produit plus d'effet que celle de l'arrière, parce qu'elle était la première exposée au *fluide déférent* du *disque* : c'est ce qu'on trouve aussi lorsque, par quelque humidité dans les soies, le groupe a perdu du FLUIDE durant cette *influence*.

428. Ainsi, le plus simple des *mouvements* occasionnés par la rupture d'équilibre du *fluide électrique*, est encore un phénomène *complexe*, « composé de *plusieurs* », comme disait BACON : s'étant déja convaincu, par une analyse bien profonde pour son temps, que c'était le cas de la plupart des *phénomènes*, tels qu'ils se présentaient à nous *immédiatement* ; et il en concluait :

cluait : « que si on ne les réduit pas à une vé-
« ritable *déposition*, à leurs composants *sim-*
« *ples*, on ne saurait espérer d'ouvrir aucune
« route *majeure*, et comme *séculaire* dans l'in-
« terprétation de la nature. » (*Impetus philos.*)
Il se trouvera encore une grande *composition* dans la nouvelle classe de *phénomènes électriques* à laquelle je vais passer, qui montre comme à l'œil les effets distinctifs des deux *ingrédients* du *fluide électrique*.

429. Ceci se rapporte aux deux dernières pièces du *Nécessaire* que j'avais à décrire. Ce sont deux petits tubes de laiton de différente longueur, dont les places de dépôt sont, en fig. XXV et XXVI, pl. III, destinés aux expériences sur les *figures de Lichtenberg*. Ces expériences se font sur un carreau de verre couvert des deux côtés de cire à cacheter *noire*, qui a sa place de dépôt dans le même cas que le *tableau magique* et le carreau de taffetas pour le condensateur; ce qu'on voit en fig. X, pl. III. Pour produire ces *figures*, il faut d'abord poser debout, sur la table, le plus court des deux *tubes*, et si l'on ne veut produire qu'une *figure* au dessus, et sa correspondante au dessous, il suffit de mettre le *carreau* en équilibre sur ce *tube*, qui correspondra ainsi à son milieu; puis placer au dessus le long *tube*, bien correspon-

dant avec l'autre. Ayant alors une *bouteille* bien chargée, on donne une étincelle au *tube* de dessus. Il y a différentes manières de séparer ces pièces, avant que de faire paraître les *figures*, ce que j'expliquerai; quant à la manière connue de les faire paraître, elle consiste à *poudrer* les deux surfaces du *carreau*, en y lançant de la *poudre de résine* au travers d'un linge fin. Quand on voudra avoir deux *figures* sur le même *carreau*, en les produisant de diverses manières, il faudra employer un morceau de cire à cacheter de la hauteur du petit *tube*, pour pouvoir placer celui-ci à l'un des côtés du carreau, tandis que la cire le soutiendra de l'autre, et changer cet arrangement pour produire la *figure* de l'autre côté. Enfin, quand on veut avoir d'autres *figures* sur le carreau, dans un même jour, il faut le présenter au feu jusqu'à ce que la cire se ramollisse; ce qui détruit les effets des premières opérations, qui sans cela se conservent longtemps.

430. Telle est la méthode générale de produire ces *figures* avec le petit appareil : je n'entreprendrai pas d'en décrire en détail les phénomènes, parce qu'ils sont trop variés; je n'en donnai déja qu'une description générale dans mes *idées sur la météorologie*, et elle occupe 26 pages (part. II, chap. III, section II).

Cette classe d'expériences est très-récréative, quand on se munit de nombre de carreaux semblables, et de corps de diverses formes, au travers desquels on fasse passer l'*étincelle;* et c'est en même temps une des classes de phénomènes dans lesquelles on analyse le plus profondément le *fluide électrique* lui-même, par ses effets, de même que la nature des substances *non-conductrices*.

431. Lorsque feu le professeur LICHTENBERG, à qui nous devons la découverte du phénomène général, m'en fit part en 1777; il me l'annonça comme ne pouvant que dévoiler enfin la nature du *fluide électrique* et les mystères de ses effets : tout conduisait à cette idée, par la seule considération attentive de ces *figures*, dont il m'envoya d'abord diverses *empreintes*, et qu'il me fit voir ensuite à Goettingue ; cependant je ne parvins à les entendre que plusieurs années après ; et lorsque je les lui commentai dans notre correspondance, il acquiesça à mes explications.

432. Le premier exemple que je donnerai des conséquences de ces *figures*, sera la solution d'une difficulté qui ne saurait subsister quand on les connaît bien : voici ce qu'on trouve à ce sujet au début de l'*extrait d'un mémoire de M.* LÉHOT, *sur le galvanisme*, ANN. DE

CHYMIE, t. 38. « Entre deux corps électrisés, « l'un *positivement*, l'autre *négativement*, on « *ignore encore* lequel est véritablement *chargé* « ou *dépouillé* de *fluide électrique*. »

433. Je crois qu'on peut poser ici pour principe qu'un *corps* qui donne du *fluide électrique*, à un autre corps qui est dans l'état du *sol*, en était *chargé*, et que celui qui en enlève au même corps, en était *dépouillé*. Quant aux dénominations de *positif* et *négatif*, je crois convenu que le bouton d'une *bouteille de Leyde* chargée au *premier conducteur* d'une machine électrique, est *positif*, et que celui d'une bouteille chargée au *frottoir* de la machine, est *négatif*. On sait encore que deux corps qui sont dans un état électrique *semblable*, tendent à *s'écarter* l'un de l'autre, et que deux corps dans un état *différent*, tendent à *s'approcher* mutuellement. On sait enfin que la résine *frottée* devient *négative*; et la *poudre de résine* est *frottée*, quand on la fait passer, par des secousses, au travers du tissu d'un linge; ainsi elle devient *négative*: lors donc qu'elle tombe ensuite sur le *carreau* couvert de cire *noire*, après qu'on a opéré pour produire les *figures* dont il s'agit, elle doit *s'attacher* sur les parties devenues *positives*, et *s'écarter* de celles qui sont devenues *négatives*. Ainsi voilà un moyen

de reconnaître sûrement ces deux états sur le *carreau*, en chassant d'abord, par le souffle, la poudre non-adhérente. Je partirai de ces points sur lesquels je ne crois pas qu'il y ait de dissentiment.

434. Je suppose qu'on a deux *bouteilles de Leyde*, l'une chargée au *premier conducteur*, et l'autre au *frottoir* d'une machine électrique, et qu'ainsi on aura un bouton *positif* et un bouton *négatif*. Voici deux *figures* à produire et à étudier.

EXPÉRIENCE LXXVI.

Qu'on place le *carreau* sur la table, pour qu'il communique en entier avec le *sol*, et qu'on passe rapidement, l'un après l'autre, les deux *boutons* sur toute la longueur du carreau, comme si l'on voulait y tirer deux lignes parallèles, le plus distantes qu'il se peut l'une de l'autre et des bords voisins, et qu'on poudre cette surface avec de la résine, soufflant ensuite celle qui n'est pas adhérente; on aura deux *figures* très-différentes l'une de l'autre : celle qu'aura produite le bouton *positif*, ressemblera beaucoup à une jeune branche de *mélaise*, garnie de *houpes* à filets très-fins divergents d'un point, assez régulièrement espacées; et la trace

du bouton *négatif*, sera indiquée par une espèce de *chapelet* à grains écartés : les *houpes* et les *grains* seront à des *distances* d'autant plus *grandes*, que les boutons auront passé plus *rapidement*.

435. Ces *figures* m'engageront dans un long commentaire, parce qu'elles se lient à plusieurs objets de la théorie ; mais je remarquerai d'abord que les *houpes* composées de *jets* divergents, c'est-à dire, de traces des petits *courants* partis d'un point qui ont déposé leur *matière électrique* sur la surface *non-conductrice*, indiquent indubitablement une décharge qui s'est faite du bouton *positif* ; ainsi il était *chargé*. Ces *houpes*, qui se trouvent ici *fixées*, sont analogues aux *aigrettes* qui partent des parties angulaires des conducteurs qu'on charge. Les grains, semblables à des *perles* dans l'autre *figure*, ne manifestent pas si directement leur origine ; ils sont produits par la *matière électrique* de la surface *non-conductrice*, qui tendait à se porter vers le bouton *négatif* ; mais qui a seulement glissé à cette surface, sans la quitter, par la propriété des substances *non-conductrices* de retenir fortement la *matière électrique* ; et l'on reconnaît l'espace qu'elle a quitté pour se porter vers le bouton *négatif*, par le fond *noir* dont ces taches circulaires

grisâtres sont environnées; fond sur lequel la poudre de *résine* ne s'est pas attachée, parce qu'ayant *perdu* la *matière électrique*, qui s'est rassemblée dans les espaces *blanchis* par elle, il était *négatif* comme elle. Je crois donc que ces figures attestent clairement l'état des corps *positifs* et *négatifs*, comme indiquant le premier un excès, et le dernier une *privation* de *fluide électrique*, comparativement à l'état actuel de l'*air* et du *sol*.

436. Ces mêmes phénomènes manifestent encore très-distinctement *à la vue*, tout ce que j'ai dit de la marche des effets dans les *charges* et *décharges* des *lames non-conductrices* (§§ 223 et suiv.). Je ne considererai ici que la trace du bouton *positif*, parce qu'on pourra appliquer inversement les mêmes *causes* à la *trace* du bouton *négatif*, d'après ce que j'ai dit ci-dessus des effets produits dans les deux cas sur la *lame*. Nous avons ici deux *lois* à vérifier; l'une concernant les substances *non-conductrices*, savoir qu'elles ne reçoivent du FLUIDE d'autres corps, même *conducteurs*, que lorsqu'ils en possèdent un assez grand *excès*; l'autre que, quoique la *décharge* d'une *bouteille*, quand on fait communiquer entre eux ses deux côtés par un *conducteur*, paraisse *instantanée*, elle ne se fait pas moins par les *alternatives*,

de perte d'*excès* d'un côté, et de réparation de *défaut* de l'autre; effets qui sont alternativement *causes* l'un de l'autre, et qui exigent un *certain temps*, pour être produits comme il arrive dans tous les effets physiques. C'est, dis-je, ce que le cas dont il s'agit fera voir contre les spéculations des sceptiques, qui ne le sont, comme le remarque BACON, que parce qu'ils trouvent plus aisé de soutenir par des raisonnements subtils *qu'on ne peut rien savoir*, que d'étudier laborieusement *ce qu'on peut savoir.*

437. Nous avons dans ce phénomène les deux cas de *charge* et *de déoharge.* C'est en se *déchargeant*, par l'entremise de la *main* qui tient l'*armure* extérieure de la *bouteille*, que son bouton continue de donner du FLUIDE à la *lame non-conductrice*, et ce FLUIDE la *charge*, parce que son autre surface communique avec le *sol.* Au premier attouchement, ce *bouton* donne du FLUIDE à la *lame*; il en a donc *perdu*, et il faut un *certain temps* pour que la *main*, qui tient l'*armure* extérieure, ait donné à celle-ci du FLUIDE, pour que celui-ci, en communiquant une partie de son FLUIDE *déférent* à l'autre côté de la *lame*, fasse passer de la *matière électrique* à son *armure*, et celle-ci au *bouton*; ce qui est nécessaire pour rétablir le degré d'*excès*

auquel le *bouton* peut en faire passer à la *lame non-conductrice*. Or, durant ce temps, le *bouton* parcourt sur la *lame* un *espace* sur lequel il ne produit aucun effet; et lorsque l'*excès* devient suffisant, il le cède tout-à-coup à la *lame*, et produit ainsi les *jets* en *houpes*; ce qui arrive toutes les fois que le FLUIDE s'élance, parce qu'il accourt de tout côté vers le point où il trouve une issue, continuant sa route en ligne droite qu'il suit ici, tant que la surface *non conductrice* le lui permet. Plus donc le *bouton* parcourt *rapidement* sa route, plus sont *grands* les *espaces* parcourus durant le *temps* nécessaire pour réparer la *perte* du *bouton*.

438. Tout est exemple d'un *temps* qui s'écoule entre l'*existence* des *causes* et la *production* des *effets* dans les phénomènes physiques, quoique les effets soient souvent dans une succession si rapide, qu'ils paraissent *continus*; apparence qui a donné naissance à l'idée spéculative nommée *loi de continuité*, formée avant l'étude des *choses réelles*. Dans l'*Introduction à la physique terrestre par les fluides expansibles*, publiée depuis peu, j'ai donné nombre d'exemples de *causes opposées*, se compensant par des *effets alternatifs* à *temps* différents, dans des phénomènes qui paraissent *constants*; mais ici je me bornerai à un exemple fami-

lier et sensible, le *glou-glou* d'un bouteille qu'on vide. Quand la bouteille est couchée, le col vers le bas, le vin descend d'abord, par sa pesanteur, dans le col, et l'air se raréfie dans le haut; alors l'air extérieur se fait jour au travers de la colonne du liquide; et il y a *suspension* de son passage, jusqu'à ce que la descente du vin ait assez raréfié le nouvel air, pour que l'air extérieur se fraie de nouveau un passage dans la bouteille; cas analogue aux *intermittences* de passage du *fluide électrique* que le *bouton* de la bouteille transmet à la *lame non-conductrice* durant son passage sur elle; et en poudrant sa surface inférieure, on y trouve d'une manière vague, des effets correspondants.

439. Je vais maintenant rassembler, sous quelques traits précis, ce qu'il y a de plus général à observer dans les *figures de Lichtenberg*, comme faisant voir à l'œil l'existence nécessaire de deux substances distinctes dans le *fluide électrique*, ainsi que des propriétés que je leur ai assignées, et de celles des substances *non-conductrices* et *conductrices*. Je continuerai de considérer la bouteille comme ayant son bouton *positif*, par la charge au *premier conducteur*; et je supposerai toujours deux corps *conducteurs* semblables, appliqués à l'opposite l'un de l'autre à la *lame non-conductrice*; l'un

au-dessous, communiquant au *sol ;* l'autre au-dessus, qui reçoit le FLUIDE.

I. La *figure* qui se forme *sous* la *lame*, autour du point par lequel elle communique avec le *sol*, est analogue aux *grains* de *chapelet* produits par le bouton *négatif ;* parce que le corps *conducteur* qui communique au *sol*, devient *négatif* contre la *lame* par le *fluide déférent* qui la traverse, et augmente la *force expansive* du FLUIDE de ce corps, à chaque fois qu'il en part sur la *lame*. La *figure* de dessus est analogue au trait garni de *houppes* produit par le bouton *positif*, parce que c'est là que la *lame* reçoit du FLUIDE.

II. La première action du *bouton* sur la *lame*, avec quelque vîtesse qu'il s'en approche, est produite par son *fluide déférent*, qui, mettant en mouvement la *matière électrique* fixée à la surface de la *lame non-conductrice*, la fait retirer tout le tour du point sur lequel il se porte. On peut avoir la preuve de cet effet, en approchant le bouton de quelque point de la *lame*, sans la toucher, la poudrant ensuite, puis soufflant la partie non adhérente ; on y trouvera alors un espace plus *noir* que le reste de la surface : car il s'attache toujours un peu de la poudre *négative* aux parties qui n'ont pas changé d'état, au lieu qu'elle ne s'attache pas aux points

devenus *négatifs;* et l'on verra autour de cet espace, un cercle plus couvert de *poudre* que le reste, sur lequel s'est accumulée la *matière électrique* qui s'est retirée de l'espace *noir.* Toutes les *figures* ont un fond semblable, formé avant que la *matière électrique* de l'*étincelle* se répande sur la *lame.*

III. Les *jets* du FLUIDE ne partent pas du *pied* du *corps conducteur* qui reçoit l'*étincelle;* le FLUIDE, ou sa *matière électrique,* n'y arrive pas; le *fluide déférent* qui la précède, s'accumulant au pied du *conducteur,* l'arrête et la force à s'élancer de plus haut, et c'est à deux *époques* distinctes par leurs effets, ce qui montre encore une *intermittence.* Dans la première époque, le FLUIDE arrive le plus bas, et atteint la *lame* le plus près du *pied* du *conducteur,* laissant néanmoins entre lui et le *pied,* un espace plus privé de *matière électrique,* et qui devient ainsi plus *noir* que le reste du *fond.* Ce FLUIDE, qui atteint la *lame* le premier, y tombant peu obliquement, ne s'y répand pas en longs *jets;* et lorsque la *lame* est poudrée, on trouve là une *frange,* où la poudre est plus accumulée que sur tout le reste de la *figure.*

IV. Au moment où ce premier dépôt s'est fait sur la *lame,* son *fluide déférent* réagissant en arrière, suspend le cours du FLUIDE sur le

conducteur, jusqu'à ce qu'il se soit accumulé au même point : il s'élance alors, mais en s'écartant du point sur lequel la *matière électrique* du premier acte s'est accumulée. Ce nouveau FLUIDE se porte donc sur des parties plus reculées de la *lame ;* et les frappant plus obliquement, ses *jets* y glissent plus loin : c'est alors que se forme la partie *rayonnante* des *figures*. Je prouverai que cela est ainsi, après avoir décrit une autre partie du phénomène.

V. Avec quelque rapidité que les *jets* déliés, dans lesquels se divise le courant du FLUIDE, rasent la surface de la *lame*, leur premier effet encore, par l'action du *fluide déférent*, est de faire glisser sur les côtés de leur route, la *matière électrique* de la *lame ;* de sorte que celle qu'ils y déposent, qui, lorsque la *lame* est poudrée, forme des filets *blancs*, est partout bordée d'un trait plus *noir* que le *fond*, bordé lui-même d'une bande *grise*, indiquant le lieu où la *matière électrique* de la *lame* s'est retirée.

VI. L'obliquité de la chute de ces *filets* leur fait souvent produire des *ricochets* sur la *lame ;* et quelquefois, à la dernière chute, ils se fourchent : partout où ils ont touché la *lame*, on trouve le filet *blanc* bordé de *noir*, et au-delà, une petite bande *grise ;* mais dans les points où ils n'ont fait que *raser* la *lame* de très-près,

sans la toucher, (ce qui arrive, quand les rebondissements ne portent pas le *jet* trop loin) on voit sa route indiquée par un trait *noir* : là son *fluide déférent* a fait écarter la *matière électrique* de la *lame* ; ce qui se manifeste aussi par un trait *gris* au bord du trait *noir*.

VII. Voici maintenant la preuve de ce que j'ai dit, que les *jets* qui forment cette partie *rayonnante* des *figures*, ne partent du corps conducteur, qu'après le premier dépôt de *matière électrique* sur la *lame*, dont résulte la *frange* ; c'est que souvent ces *seconds jets*, ne faisant que *raser* ce premier dépôt, leur *fluide déférent* fait écarter sur leur route la *matière électrique* formant ce dépôt. Alors, quand la *lame* est poudrée, on voit la *frange* traversée d'un trait *noir*, qui devient *blanc* au-delà, où le filet a touché la *lame*. Quelquefois aussi, quand les nouveaux *jets* ont touché d'abord la *lame* à l'endroit où s'était déja formé le premier dépôt, mais moins épais qu'ailleurs, on voit la *frange* traversée par des filets plus *blancs* qui se prolongent au-delà.

VIII. Quand l'*étincelle* est partie sur la *lame*, et qu'ainsi les fondements de la *figure* sont posés, elle est susceptible de quatre différentes apparences, suivant la manière dont on la séparera des *corps conducteurs* ; en enlevant celui de

dessus, où avec la *main* immédiatement, ou par une *soie* ajoutée à celle qui s'y trouve déjà dans le *Nécessaire*; et en faisant l'une et l'autre opération, ou tandis que la *lame* repose sur le corps de *dessous*, ou après l'en avoir séparée, on reconnaît les effets produits par ces différentes opérations, en comparant les différentes *figures* qui en résultent, et l'on trouvera aisément les causes de la plupart, en suivant par la pensée, les changements qui ont dû être produits par l'attouchement du corps de *dessus* avec ou sans le corps de dessous; mais quand il s'agit de *tubes*; et surtout de *tubes* d'un pouce de diamètre, qui produisent les plus belles et les plus intéressantes *figures*, comme des *étoiles d'ordres*, ayant à leur milieu les caractères de l'*Ordre*; ce milieu, séparé de la *figure* extérieure par un trait *blanc*, produit par la *matière électrique* du *tube* même, que le *fluide déférent* de l'*étincelle* a fait retirer à son pied; ce *milieu*, dis-je, est presque inintelligible; c'est là, et dans une zône autour de l'extérieur du *tube*, entre lui et la *frange*, comme sur le bord de celle-ci, que se trouvent les différences produites par les diverses manières de séparer la *lame*. Quand ce tube a été *touché*, la zône extérieure et une zône intérieure sont comme tracées en caractères cabalistiques, différents, suivant que la *lame* repo-

sait ou ne reposait pas sur le *tube* inférieur. Les efforts du FLUIDE, pour s'élancer dans l'intérieur, mais éprouvant partout l'obstacle du *fluide déférent* des parties opposées, produisent des inflexions et des ramifications dans les *jets*, avec suspension à leur extrémité; ce qui les fait ressembler aux plus beaux *dendrites* découpés des agates; et tantôt ils sont en filets *blancs* sur un fond *noir*; tantôt avec la même forme, en filets *noirs* sur un fond *gris*; et quelquefois des deux sortes dans une même *figure*, suivant que les filets du FLUIDE, dans cette agitation instantannée, avant qu'il se fixe quelque part, ont *touché*, ou simplement *rasé* la lame. Une suite de dessins bien faits de ces *figures*, produites avec plus de variété que je n'en indique, formerait de très-jolis tableaux. J'ai un cahier plein de leurs descriptions, accompagnées des circonstances; mais je les avais déja supprimées, comme trop longues, dans mes *Idées sur la Météorologie*.

IX. L'interposition de la *lame* n'empêche pas les effets de tendance de la *matière électrique*, à se porter là où il en manque, ni à s'écarter là où il y en a déja, jusqu'à ce que son équilibre soit établi; c'est ce que j'ai montré au § 108, par l'interposition d'une *lame de verre*, entre un conducteur chargé et une balle suspendue

pendue. C'est ici une circonstance à considérer pour l'intelligence des *figures*, ce dont je n'indiquerai que deux cas. Quand on poudre la surface *inférieure* de la *lame*, avant la *supérieure*, il s'y forme un nuage grisâtre à l'opposite de ce qui formera la *frange* au-dessus; c'est que la poudre de *résine* qui est *négative*, se porte vers la partie la plus *positive* de l'autre côté de la *lame*. Quand on poudre ce côté le premier, la poudre *neutralise* à un certain degré cette partie *positive*, et le nuage au-dessous est moins dense.

X. Enfin, quant aux changements qui s'opèrent sur la *lame*, suivant la manière dont on la sépare des corps conducteurs, on a un moyen de juger à l'œil qu'il s'y passe différentes opérations; c'est de *poudrer* la *lame* avant que de rien déplacer; car, au moment où on le fait, on observe des mouvements dans la *poudre*, comme on en voit dans le *sable* sur les lames de verre de M. Chladni.

440. J'ai terminé mon exposition des phénomènes électriques, par ceux dont les variétés sont en même temps et les plus amusantes et les plus fortement empreintes des caractères distinctifs, tant de la nature du *fluide électrique*, comme composé des *deux ingrédients* que j'ai

définis, que des substances *conductrices* et *non-conductrices*, parce que ces deux parties de la science ont des rapports très-intimes avec tous les phénomènes qu'elle embrasse.

CONCLUSION *concernant le* FLUIDE ÉLECTRIQUE *commun.*

441. D'après le genre d'expériences auquel je me suis borné dans ce *Traité*, on a pu juger que j'avais en vue un seul objet, celui de démontrer que le *fluide électrique*, tel qu'il réside sur tous les corps terrestres, n'est pas un fluide *simple*; mais qu'il consiste en deux *ingrédients* immédiats très-distincts, dont les fonctions respectives, tant qu'il demeure dans le même état, sont bien déterminées. Je n'ai donc point encore considéré la *composition* de ces *ingrédients* eux-mêmes, quoiqu'elle soit mon principal objet, parce qu'il fallait auparavant démontrer l'existence de la *composition* secondaire; celle-là d'ailleurs ne se manifeste que par d'autres phénomènes, dont j'ai traité dans mes ouvrages précédents; mais j'y reviendrai dans le *Traité* suivant, pour l'appuyer par de nouvelles considérations tirées des phénomènes *galvaniques*.

442. Quant au *fluide électrique* commun, ce sont les admirables *lois* de la *Théorie* de M. VOLTA qui m'ont servi de guide dans mes recherches, parce qu'elles représentent, avec la plus grande exactitude, l'ensemble des phénomènes qu'il avait en vue; mais il restait deux objets à déterminer concernant l'*électroscope*, savoir, ce qu'il *indique* directement, et les *rapports* de cette *indication* avec l'état du *fluide électrique* sur les corps en différents cas: or c'est, comme on l'a vu, en déterminant des phénomènes dus à la *force expansible* de ce fluide, et d'autres à sa *densité*, que j'ai été conduit à la composition immédiate de ce *fluide*, d'où il résulte que les *mouvements électriques* dépendent uniquement de sa *densité*, et que sa faculté de *passer* de corps à corps, n'est directement proportionnelle qu'à sa *force expansive*; de sorte que les mouvements des *électroscopes* n'indiquent point les *degrés* de cette dernière faculté. C'est par-là que ce *fluide* entre dans la classe de ceux dans lesquels nous distinguons la *densité* de la *force expansive*, comme produisant des phénomènes différents, et dont l'*expansibilité* est due à une substance particulière qui en jouit seule. Mais dans les *fluides* que nous nommons *permanents*, la *force expansive* conserve toujours la même

proportion avec la *densité ;* au lieu que dans ceux que j'ai déja distingués dans plusieurs autres ouvrages, sous le nom de *vapeurs*, les *rapports* entre elles sont variables, et dépendent de la quantité proportionnelle du *fluide* qui produit l'*expansibilité*, que j'ai nommé *fluide déférent*. Cette détermination de la nature du *fluide électrique* n'a rien changé aux *lois* de M. VOLTA; elle les confirme au contraire, en manifestant la *cause physique* d'où elles résultent; mais elle s'étend à un plus grand nombre de phénomènes, et elle ouvre un nouveau champ aux recherches.

443. Lorsque je publiai les résultats de mes premières expériences sur cet objet, dans mes *Idées sur la Météorologie*, j'avais en vue la *physique terrestre*, qui, pour nous, est l'entrée de la *physique cosmologique*, et qui, elle-même, n'a d'autre entrée réelle que par les *fluides expansibles ;* car plus nous analysons les phénomènes terrestres, plus nous découvrons que ces *fluides*, par leur production, leur absorption, leurs décompositions et leurs changements, sont les *causes*, souvent *imperceptibles*, des plus grands *effets* que nous observons sur notre globe. Mais lorsque cet ouvrage parut, les circonstances n'étaient pas favorables au but que je me pro-

posais, celui d'engager les physiciens à s'occuper de la *météorologie*, comme fortement liée à la *chimie*; leur attention se portait alors sur les phénomènes qui ont donné naissance à la nouvelle *Théorie chimique*, objet attrayant par le nombre de ses ramifications superficielles. Aujourd'hui les circonstances ont changé; les phénomènes *galvaniques* sont venus exciter de nouveau l'attention sur le *fluide électrique*, et la diversité des opinions, quant à l'agent de ces phénomènes, m'a paru propre à faire comprendre qu'on ne tient rien dans la connaissance de la nature, quand on forme des hypothèses sur les *causes* de quelques *phénomènes*, avant que de les avoir analysés assez profondément, pour découvrir leurs rapports avec les *phénomènes* d'autres genres, dans lesquels, si les *causes* conçues sont réelles, elles doivent se manifester, ou dans d'autres combinaisons, ou avec des modifications dépendantes des circonstances.

444. C'est sous ce point de vue que je considérai les phénomènes *galvaniques*, lorsqu'ils furent agrandis et plus développés par la *pile* de M. VOLTA; parce qu'avec de grands *rapports* aux phénomènes *électriques*, il s'y trouvait aussi de grandes *différences* qui annonçaient quelque nouvelle *cause*. J'ai dit, dès l'entrée, commen

mes recherches sur cet objet me conduisirent aux expériences électriques dont je viens de parler, qui m'ont pris beaucoup de temps; ce qui, joint à d'autres occupations, est la cause de ce que je publie si tard les premières.

445. Durant ce temps-là, les faits relatifs au *galvanisme* se sont beaucoup multipliés; de sorte que plusieurs de ceux qui auraient été nouveaux, si j'eusse publié d'abord mes expériences, ne le seront plus aujourd'hui; mais cela est indifférent, quant à l'avancement des connaissances, auquel il n'importe pas que les faits, ou les systèmes, qui servent de confirmation à d'autres, les aient précédés ou suivis.

446. Quelques-uns des faits concernant le *galvanisme*, qui ont été publiés depuis mes expériences, conduiraient peut-être à quelque extension ou développement de la *Théorie* à laquelle je suis parvenu; mais avant qu'ils eussent pu y servir, il aurait fallu que je les reprisse moi-même, en y employant les mêmes appareils, et mon travail sur le fluide électrique ne me l'a pas permis, parce que, dans des analyses aussi délicates, il ne faut pas que l'attention soit partagée. Je laisse donc cette *théorie* telle qu'elle était déterminée vers la fin de 1800.

447. Entre les expériences venues à ma connaissance depuis que ce travail est fini, celles qui ont le plus fixé mon attention, comme annonçant un nouveau point de vue sous lequel les phénomènes *galvaniques* doivent certainement être considérés, sont celles de MM. Biot et F. Cuarier, rapportées dans le tit. 39 des *Annales de Chymie*. On sait que par la *calcination* ordinaire des *métaux*, l'*air atmosphérique* perd sa partie qui exerce les fonctions de l'*air vital* : cette *calcination* a lieu dans la *pile* galvanique, et dans une des expériences de ces physiciens, elle a fait subir à l'*air atmosphérique*, renfermé avec elle sous une cloche, cette même modification, après quoi ses opérations distinctives ont cessé, et elles ont recommencé par l'introduction d'une certaine quantité d'*air vital*. Si ce phénomène était le seul qui se fût manifesté dans les expériences de ces physiciens (comme cela aurait pu arriver s'ils n'eussent eu le génie de concevoir d'autres recherches), on aurait pu être tenté de faire quelque hypothèse sur l'influence de l'*air vital* dans ces effets ; mais on est arrêté par une autre de leurs expériences, c'est que la *pile* produisit ses effets dans le *vide*. Je connais peu d'expériences qui demandent plus d'être

suivies; je n'ai pas eu occasion, ni à Berlin, ni à Hanovre où j'écris ceci, d'apprendre si elles l'ont été; et au point où je viens de les rapporter, je ne leur vois encore aucune liaison directe avec celles qui font le sujet du traité suivant.

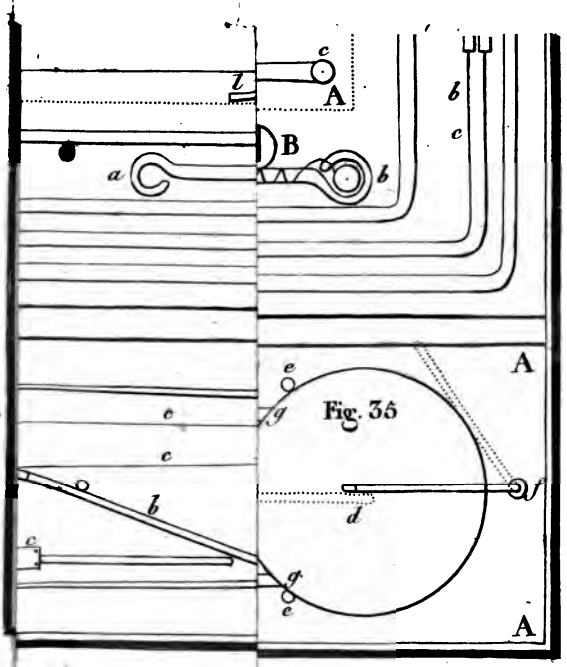


Fig. 35

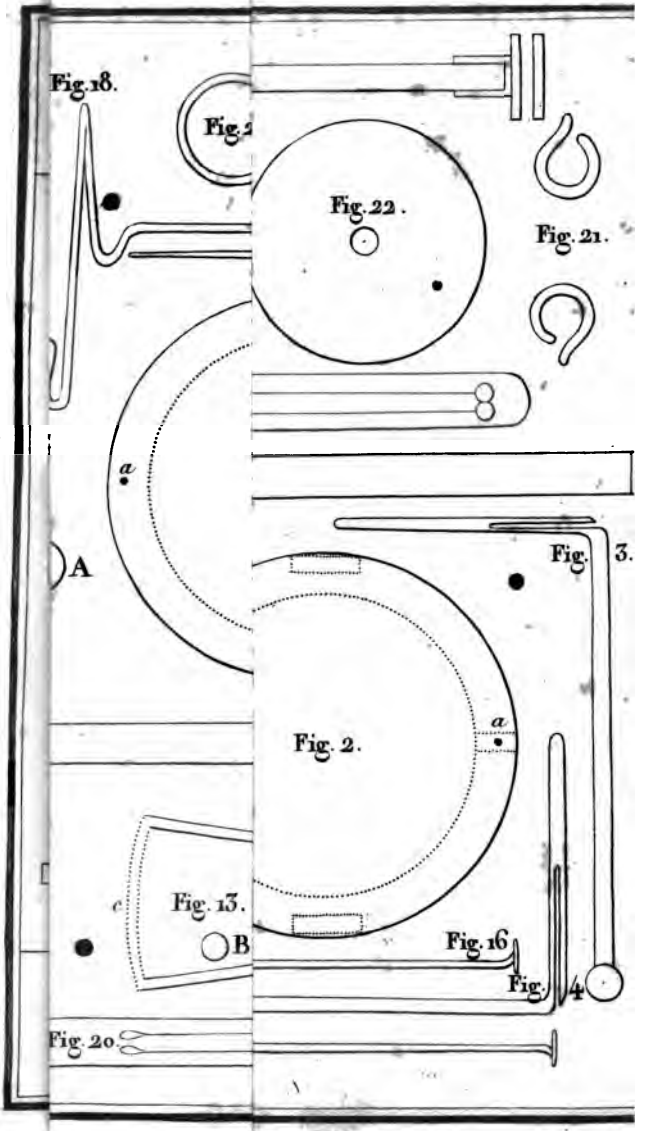
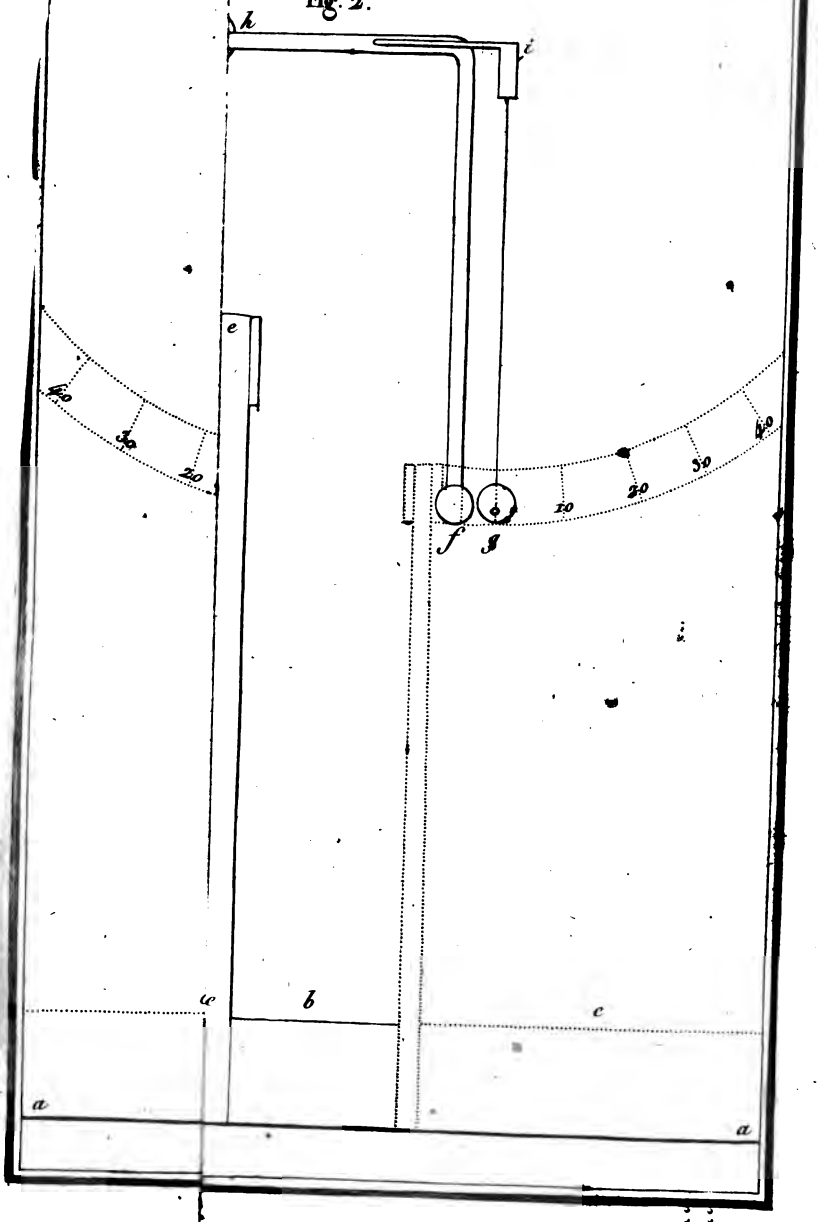


Fig. 18.
Fig. 22.
Fig. 21.
a
A
Fig. 3.
Fig. 2.
a
c
Fig. 13.
B
Fig. 16
Fig. 4
Fig. 20

Fig. 2.



Pl. V.

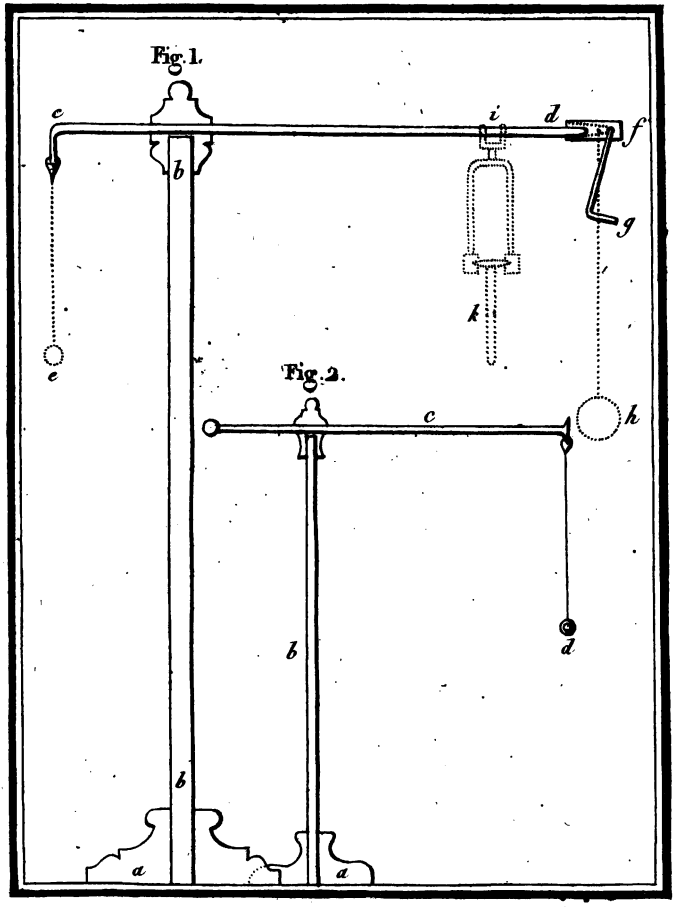
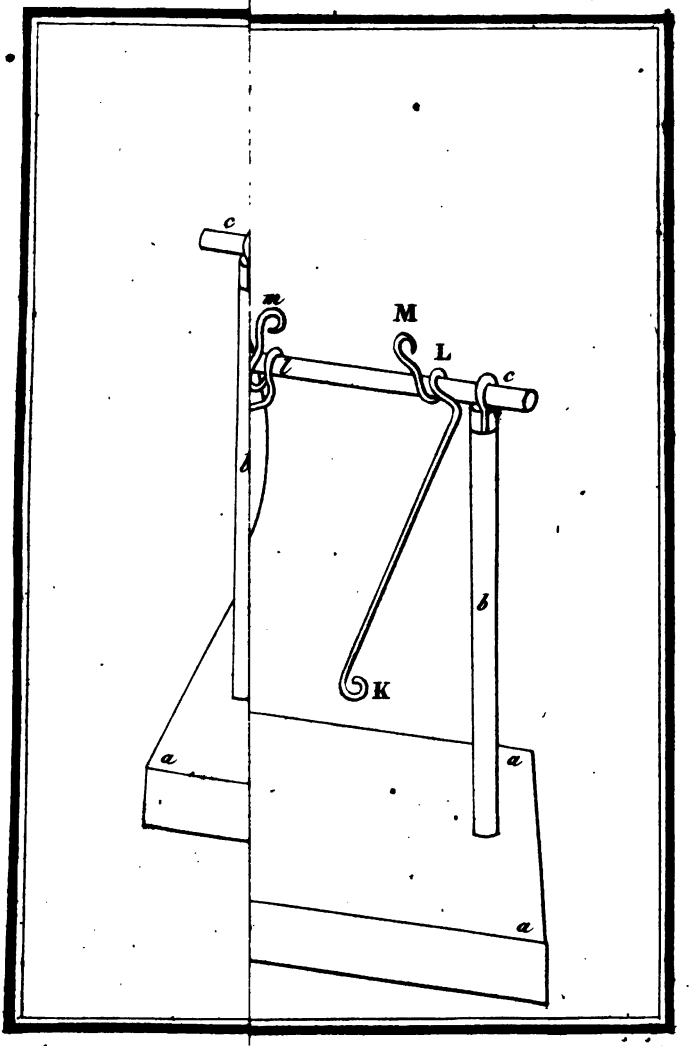
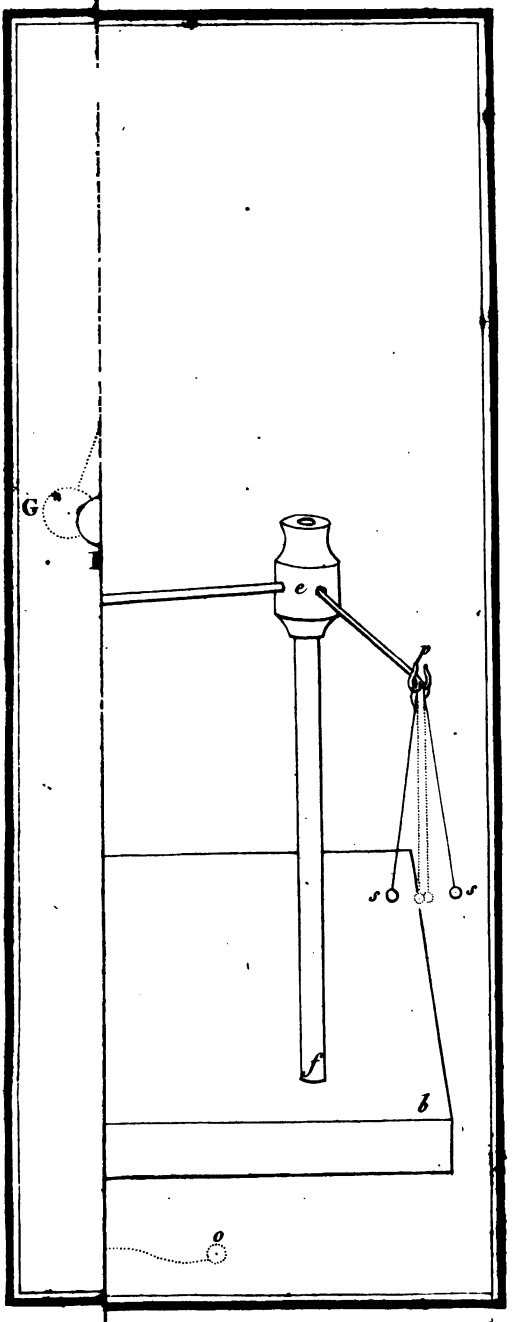
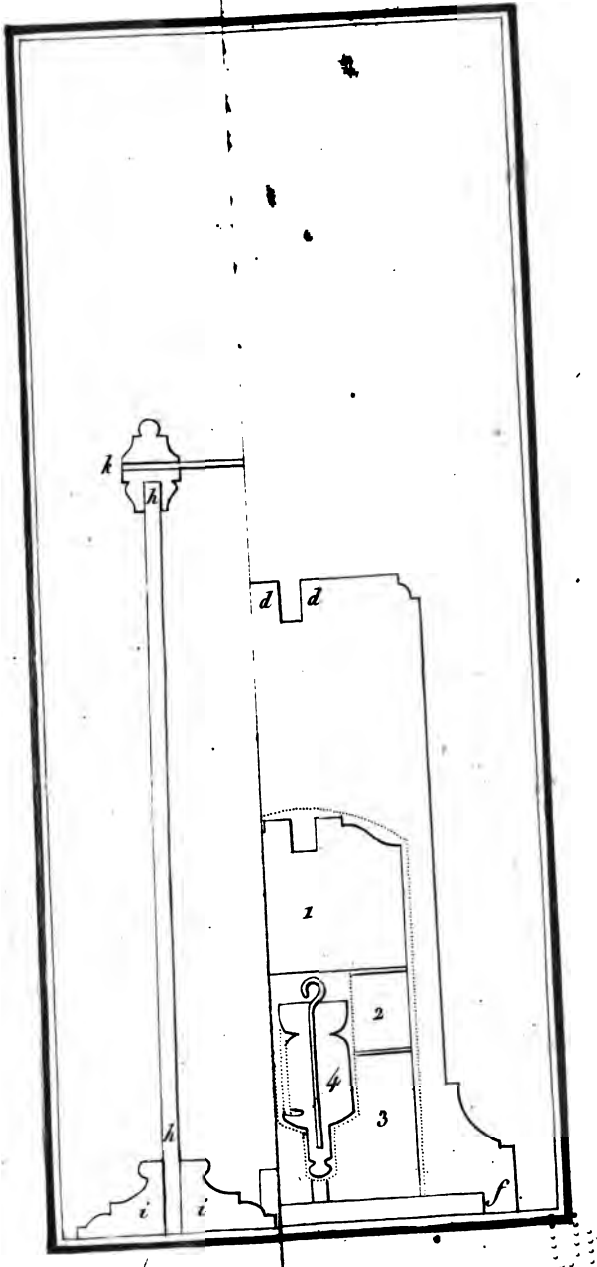


Fig. 1.
c
b
i
d
f
g
k
e
Fig. 2.
c
h
b
d
b
a
a

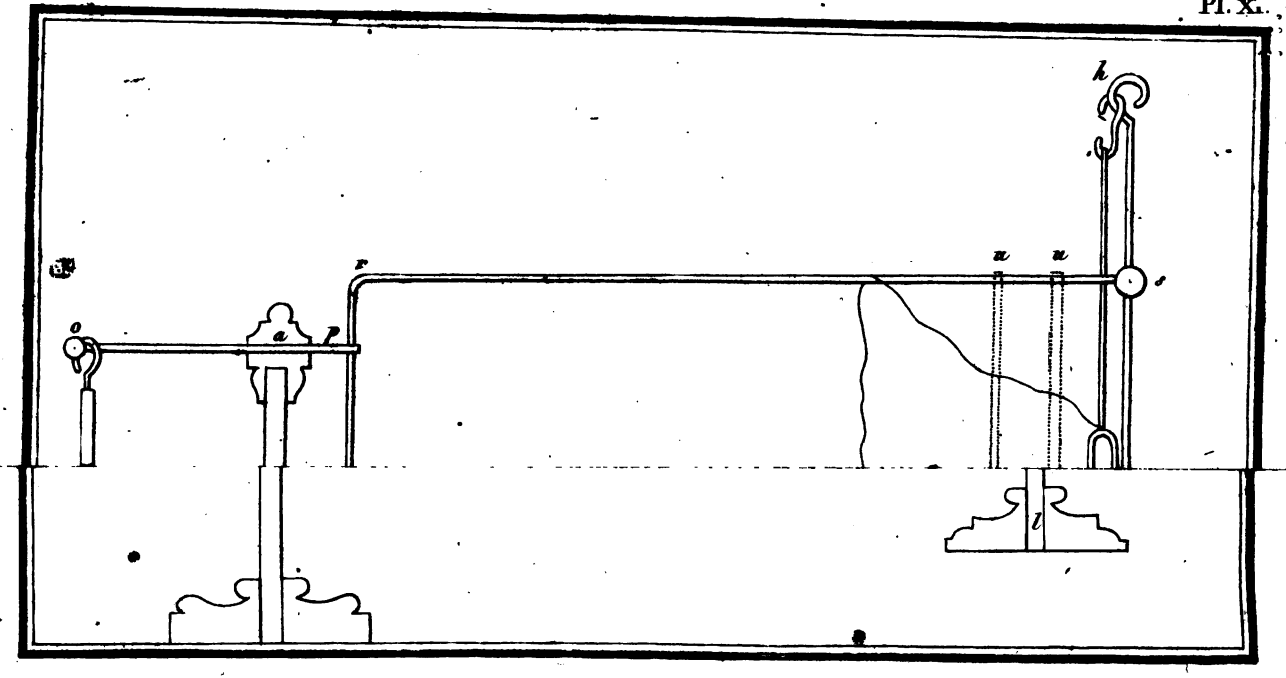

c
m
M
L
c
b
b
K
a
a
a


G
e
f
b
o

Pl. x.



Pl. x.



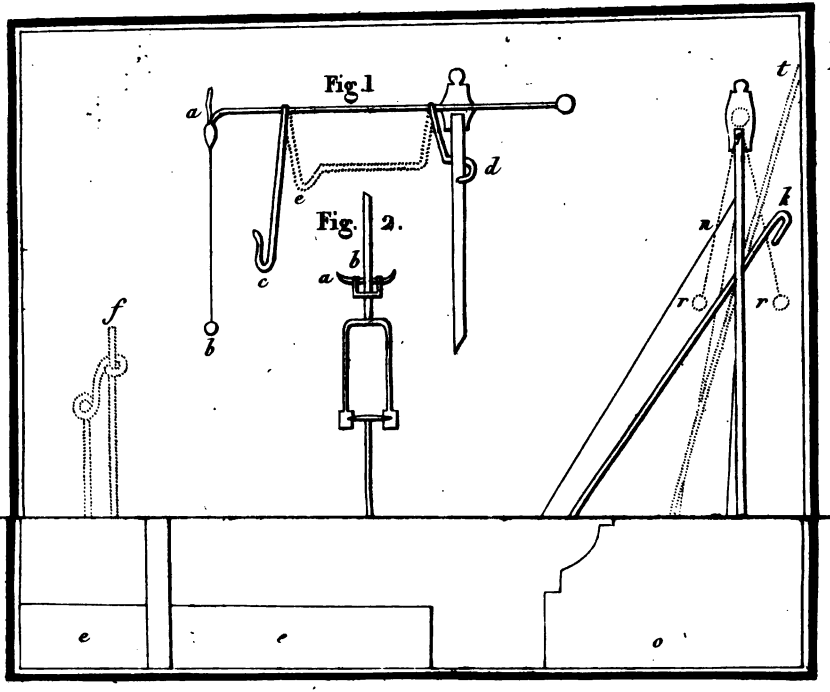
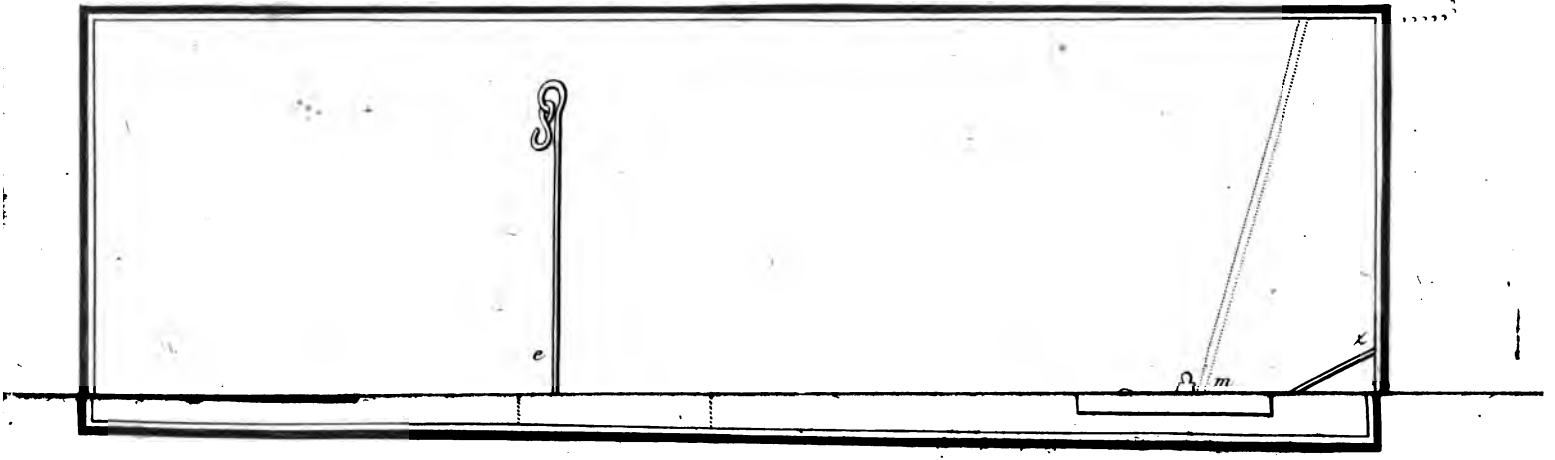


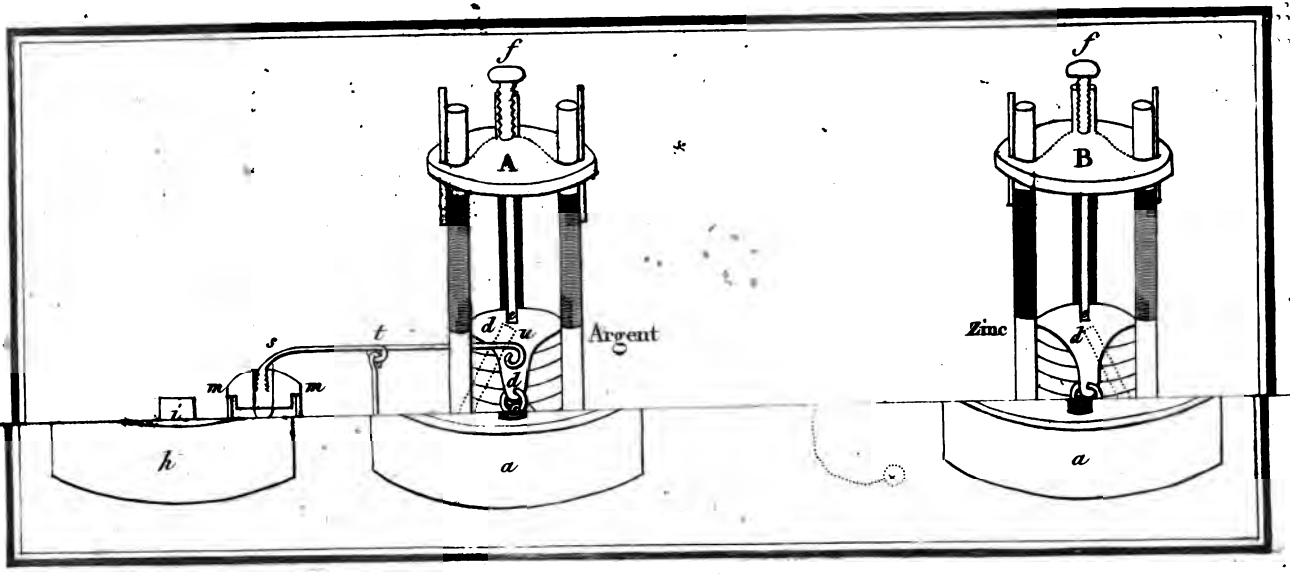
Fig. 1
a
e
d
c
b
Fig. 2.
b
a
f
t
k
n
r
r
e
e
o

Pl. xiii.



Pl. XIV.

Pl. xv.



DEUXIÈME TRAITÉ.

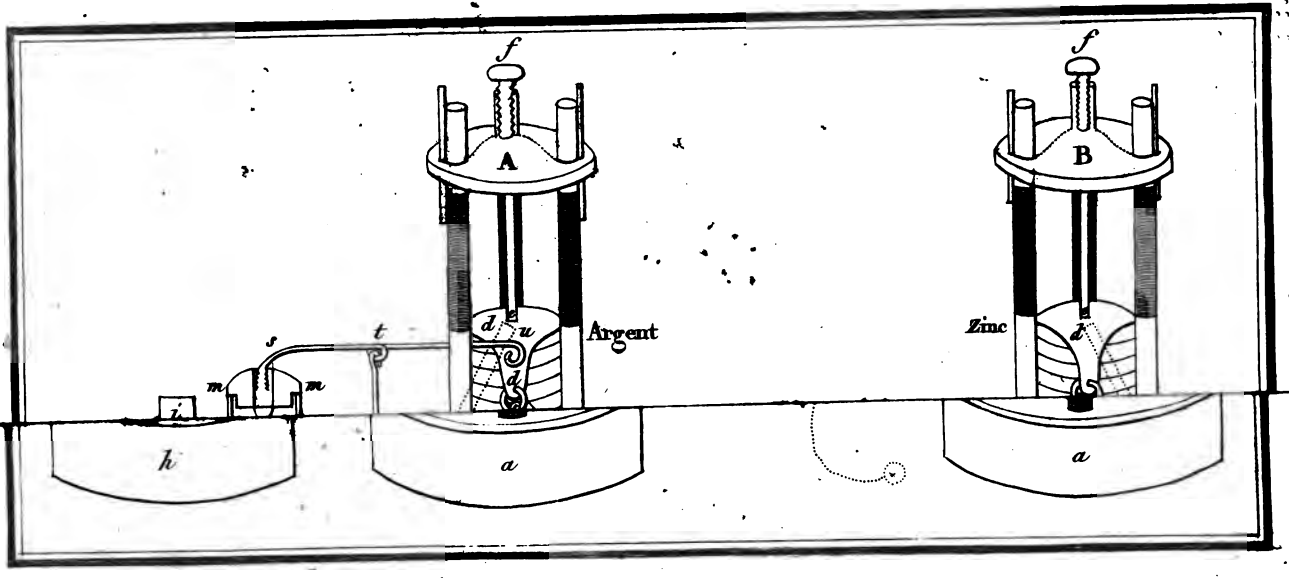
EXPÉRIENCES ET THÉORIE SUR LE GALVANISME.

PREMIÈRE PARTIE.

Considérations et expériences sur ce qui constitue les EFFETS GALVANIQUES.

448. Depuis qu'on possède la *pile* de M. Volta, il n'aurait dû rester aucun doute sur la nature du *fluide* manifesté par les premières expériences de M. Galvani; tout y montre le *fluide électrique* par ses effets distinctifs, dont l'association exclut toute supposition d'un autre *fluide* : il occasionne les *mouvements électriques*; il s'*accumule* sur le *condensateur* de Volta; il produit des *étincelles* quand il s'élance d'un corps à un autre, et ces *étincelles* peuvent produire la *commotion*, l'*inflammation* de diverses substances, le *gaz inflammable* et *l'air vital* ou la *calcination* des métaux, dans l'*eau*, par les conducteurs métalliques interrompus;

Pl. XV.



SECTION PREMIÈRE.

Remarques sur l'effet général de la PILE GALVANIQUE.

451. La circonstance qui dut frapper d'abord dans cet appareil, constitue la première de ses différences d'avec les autres appareils électriques; savoir que le fluide s'y manifeste sans qu'aucun *frottement* ait précédé; puisque jusqu'alors le *frottement* avait été notre seul moyen de manifester le *fluide électrique*, et cette circonstance conduisit quelques physiciens à penser qu'il y avait dans ces phénomènes une formation de nouveau *fluide électrique*, et ce point de vue était très-intéressant, tant en lui-même, que parce qu'il semblait se lier à l'idée de M. De Saussure, qu'il y a production de *fluide électrique*, quand on verse de l'*eau* sur l'*argent* très-chaud, puisque, s'il est isolé, l'*électroscope* qui lui est appliqué devient *positif*, au lieu qu'il est *négatif* quand l'*eau* est versée sur le *fer*. Mais la nouvelle hypothèse ne peut se soutenir comme celle-là, en considérant deux circonstances de la *pile* dans les deux états, des *non-isolements* et d'*isolements*. Si la *pile* n'est pas *isolée*, toutes

ses substances étant *conductrices*, le *fluide* produit s'écoulerait dans le sol; si elle est *isolée*, ce *fluide* s'y répandrait également; au lieu que dès les premières expériences, on ne l'aperçut qu'à une de ses extrémités, et bientôt on reconnut qu'il en manquait à l'autre.

452. Réfléchissant alors à cette étrange manifestation du *fluide électrique*, à la rupture de son *équilibre*, et à ce que le manque d'*isolement* n'arrêtait pas les opérations de la *pile*, le phénomène de la *commotion* me parut celui qui devait servir de guide, à cause des conditions qui le caractérisent; car il exige un déplacement du *fluide électrique* par lequel une partie de l'appareil soit rendue *positive* et l'autre *négative*. C'est là, dis-je, la condition *sine qua non*. Mais dans la *bouteille de Leyde*, ces deux états opposés sont produits *artificiellement*, et ils ne se conservent que parce qu'ils appartiennent aux deux surfaces opposées d'une lame *non-conductrice*; et c'est pour cela aussi que la *bouteille* peut reposer sur une table sans changer d'état; au lieu que dans la *pile*, ces deux états opposés sont *naturels*, ils appartiennent à son essence, et ils se conservent quoique toute la masse soit *conductrice*. Or, je sentis, dès l'abord, que c'était dans l'*analogie* et la *différence* des deux cas, que consistait le premier pro-

blème à résoudre, puisque tous les autres phénomènes de la *pile* y étaient plus ou moins directement liés.

453. En envisageant la *pile* sous ce point de vue, je compris en général que ses phénomènes devaient dépendre de quelque cause qui affectait constamment, d'une manière inverse, la *force expansible* du *fluide* à ses deux extrémités; car il est impossible qu'une masse *conductrice* puisse conserver deux instants de suite des états électriques opposés quant à la *force expansive* du fluide, quoique cela soit très-fréquent à l'égard de la *densité*, comme je l'ai montré dans le traité précédent. Je ne vis donc d'autre moyen d'expliquer ce phénomène d'une manière générale, qu'en supposant que, par l'effet *galvanique* quelconque, considéré dans la *pile* entière durant ses différentes actions, la *matière électrique* tendait sans cesse à s'accumuler à l'une de ses extrémités aux dépens de l'autre; ce dont la cause devait être dans les groupes distincts qui la composent, et dans quelque effet de leur association. En réfléchissant sur l'objet considéré sous ce point de vue, je déterminai *hypothétiquement* l'état du *fluide électrique* dans les *groupes*, et les conséquences qui devaient en résulter dans les phénomènes; ce qui me conduisit à la théorie hypothétique suivante:

454. *Hypothèse fondamentale.* « Quand deux « *métaux* convenables sont associés d'une cer- « taine manière avec l'*humidité*, et à cause de « l'*humidité*, l'équilibre de *force expansive* du « *fluide électrique* ne peut se conserver dans « le *groupe*, sans que l'un des *métaux*, que je « nommerai A, ne possède plus de *matière élec-* « *trique* que l'autre, soit B; et c'est parce que « le dernier retient plus de *fluide déférent*, ou « que l'autre en perd. Mais la cause quelconque « qui, dans cette association, diminue la *force* « *expansive* du *fluide électrique* sur A, compa- « rativement à B, (ce qui produit l'inégale « distribution de la *matière électrique* entr'eux) « ne se rapporte qu'au *groupe* lui-même; telle- « ment que le fluide d'A, qui, quoique plus « *dense* que celui de B, est en équilibre avec « lui, ne l'est point avec celui de tout autre « corps *étranger* au *groupe* qui se trouve dans « l'état électrique *moyen* de celui-ci; il est « *positif*, comparativement à ce corps, et lui « fait passer du *fluide*. Et réciproquement le « *fluide* de B, qui, quoique moins *dense* que « celui d'A, est en équilibre avec lui, à cause « d'une plus grande *force expansive*, n'est point « en équilibre avec celui du corps *étranger*; « de sorte qu'il peut en recevoir du *fluide*. »

455. Telle fut l'*hypothèse* dont je partis, n'y

trouvant rien de contraire à la nature du *fluide électrique*, et s'y liant même par une analogie générale. Quant à la *cause physique* de ces effets supposés, qui paraît agir sur le *fluide déférent*, comme elle appartient à la cause reculée de ceux qui sont réunis sous les expressions générales de *tendances* ou *affinités*, ce n'était pas un objet dont je dusse m'occuper : les *affinités* sont des *faits*; et dans les *théories* particulières, il suffit de déterminer celles qu'on suppose en vue des phénomènes connus, et d'en suivre les *conséquences* dans ces phénomènes. Ce fut d'après les effets généraux de la *pile*, que je formai cette *hypothèse*, dont les *conséquences*, qui peuvent être considérées comme les *lois* de la *théorie*, sont les suivantes :

Première loi. Si un tel *groupe* se trouvait dans un *vide* complet, ce *vide*, comme je l'ai prouvé, n'étant pas *conducteur*, il s'établirait un état fixe du *fluide électrique*, dans lequel ce *fluide* serait plus *dense* sur A que sur B, sans tendance au déplacement. Mais les particules de l'*air*, comme je l'ai aussi prouvé, enlèvent du *fluide* aux corps qui en ont proportionnellement plus qu'elles, et elles en rendent à ceux qui en ont moins. Or l'*air* ambiant étant *étranger* au *groupe*, il enlève du *fluide* à A, qui, devant toujours en posséder plus que B, en

enlève

enlève à celui-ci une plus grande quantité; mais en même temps l'*air* rend du *fluide* à ce dernier, et l'opération se renouvelle. Il se fait donc ainsi une *circulation* du *fluide électrique* entre les deux *métaux* du *groupe* et l'*air* analogue à celle que j'ai montré du *fluide déférent* entre deux corps voisins, dont l'un a plus de *matière électrique* que l'autre; et analogue en général à la *circulation* qui a lieu dans nombre de phénomènes, dont j'ai donné plusieurs exemples dans mon *Introduction à la Physique terrestre*, montrant en même temps que la cause commune de toutes ces opérations résulte de deux *tendances* opposées, dont l'une produit un certain effet; et l'autre tendant à le détruire, il se produit un certain effet moyen, variable, suivant que l'une des *tendances* l'emporte sur l'autre par les changements d'intensité de sa cause. Ici, comme l'opération de l'*air* pour *détruire*, est plus lente que celle de la *pile* pour *produire* le déplacement de la *matière électrique*, le *fluide* conserve toujours plus de *densité* sur A que sur B.

Deuxième loi. Si l'on établit une communication *métallique* entre les deux *métaux* du *groupe*, ce *conducteur* leur sera aussi *étranger*; par conséquent il enlevera du *fluide* à A, qui en reprendra de B, et en même temps le *con-*

ducteur donnera à celui-ci le *fluide* qu'il aura enlevé à l'autre. La *circulation* continuera donc; mais elle sera trop rapide, pour qu'il puisse rester aucun *résidu* sensible, ni de l'état *positif* sur A, ni de l'état *négatif* sur B.

Troisième loi. Si l'on faisait une *pile* de *groupe*, dont chacun eût un petit *conducteur* d'un *métal* à l'autre, il ne saurait en résulter aucun effet sensible; chaque *groupe* ayant sa *circulation* rapide en lui-même, ils seraient les uns aux autres comme des corps dont l'état électrique ne changerait pas. Quant à l'état ordinaire de la *pile*, dans lequel les faces homologues des *groupes* sont tournées dans un même sens, il y a deux cas à considérer; l'un, où rien d'étranger que l'*air* ne communique avec la *pile*, et alors la *circulation* lente du *fluide électrique* se fait par l'*air* dans chaque *groupe*; l'autre, où quelque *corps étranger* vient en communication avec le dernier des *métaux* à l'une des *extrémités* de la *pile*; et, en ce cas, le corps étranger participe à la modification de tous les mêmes côtés des *groupes*: je suppose que c'est le premier A; le corps recevant de lui une partie de son excédent de *fluide*, cet A en enlève davantage à son B, qui, en perdant plus qu'auparavant, en enlève à l'A du *groupe* suivant qui le touche; celui-ci en enlève davantage à son B, et ainsi

de suite, jusqu'à l'autre extrémité de la *pile*, où le premier B perdra toute la quantité de *fluide* qu'aura successivement acquise le *corps étranger*, qui partage toujours avec le premier A ce qui lui vient par tous ces déplacements : car chaque *groupe*, malgré l'effet de l'opération *galvanique* en lui-même, ne cesse pas d'être *conducteur* du *fluide électrique* qui lui arrive d'ailleurs.

Quatrième loi. Si donc on établit un *conducteur* métallique entre A d'une extrémité de la *pile*, et B de l'autre extrémité, il doit s'établir une *circulation* très-rapide du *fluide électrique* entre la *pile* et ce *conducteur*, et la quantité du *fluide* en mouvement sera d'autant plus grande, qu'il y aura plus de *groupes* dans la pile; sans qu'on puisse apercevoir aucune *accumulation* du *fluide*, ni sur le premier A, ni sur les côtés homologues des *groupes*, et sans qu'il y ait non plus aucune *privation* permanente sur les côtés B.

Cinquième loi. Maintenant, si l'on produit une *interruption* convenable dans le *conducteur*, communiquant aux deux extrémités de la *pile*, il résulte des conclusions précédentes, que le passage du *fluide électrique* de l'une à l'autre des extrémités du *conducteur interrompu*, sera perceptible par tous les effets connus de ce

fluide en semblable circonstance. Telle sera donc la cause immédiate de toutes les opérations de la *pile*.

456. Si toutes ces *conséquences* de l'*hypothèse* fondamentale sont rigoureusement justes, comme elles me parurent l'être, se trouvant en même temps l'énoncé des *phénomènes* eux-mêmes, il en résultait que cette *hypothèse* était vraie; c'est-à-dire, qu'elle définissait l'état réel des *groupes* galvaniques quant au *fluide électrique*, ainsi que de la *pile* qui en est formée.

457. Telle est la *théorie* à laquelle j'arrivai vers la fin de 1799; je la communiquai alors à divers physiciens, et en particulier à M. Erman; mais occupé d'autres objets, je ne pensais pas à la suivre plus particulièrement par des expériences directes, lorsqu'en avril 1780 M. ERMAN me communiqua celles qu'il avait faites sur les phénomènes *électroscopiques* d'une grande *pile*, dans lesquels ayant reconnu les *lois* de ma *théorie*, je trouvai qu'il valait la peine de la soumettre à de nouvelles épreuves, et j'en cherchai les moyens; ce qui me conduisit aux expériences que je vais rapporter.

SECTION II.

Détermination de ce qui forme les GROUPES *dans la* PILE GALVANIQUE.

458. La première expérience que je me proposai de faire, tendait à vérifier la *circulation* dont je viens de parler, dont une condition est que chaque *groupe*, outre l'opération qui se passe en lui-même, soit simple *conducteur* à l'égard des effets semblables qui ont lieu sur les faces homologues des autres *groupes*. Pour cette vérification, je me proposai de former une *pile* de *groupes*, séparés les uns des autres par de petits *conducteurs* simples; mais pour cet effet, il fallait déterminer en quoi consistaient les *groupes*, et je me trouvai embarrassé. D'après le premier énoncé de la construction de la *pile*, tel que je l'avais reçu de M. Cavallo, on devait la commencer par une plaque d'*argent*, poser sur elle une plaque de *zinc*, et sur celle-ci une pièce de *carton mouillé*; puis il fallait recommencer dans le même ordre, et continuer jusqu'au sommet de la *pile*. Dans cet arrangement, on nommait *côté* ou *pole* de l'*argent*, le bas de la *pile*, parce que là elle

commençait par l'*argent*, et le sommet était nommé *pole* du *zinc*, parce que la *pile* s'y terminait par ce métal. Devais-je donc, pour composer mes *groupes*, prendre *argent*, *zinc* et *carton mouillé*, et séparer ces *groupes* par les petits *conducteurs?* Cela ne me parut pas vraisemblable.

459. Dans mon incertitude sur cet objet, j'eus recours à M. ERMAN, et voici ce qu'il me dit dès ce temps-là. Il paraît, d'après l'ensemble des expériences, que les vrais *groupes* doivent être les deux *métaux* séparés par le carton ou *drap mouillé*, et non les deux *métaux* réunis, et le *drap mouillé* placé sur l'un des deux. D'après la première idée, quand on commence la *pile* par *argent*, *zinc* et *drap mouillé* sur celui-ci, recommençant par l'*argent*, la première pièce d'*argent* est étrangère à la *pile*, et le premier *groupe*, dans lequel l'opération a lieu, est le premier *zinc*, le *drap mouillé*, et l'*argent* sur celui-ci, de sorte que cette extrémité de la *pile*, qu'on nomme *pôle* de l'*argent*, devrait être nommée *pole* ou *côté* du *zinc*; et de même, quoique la *pile* se termine en haut par une pièce de *zinc*, cette pièce lui est aussi étrangère, le dernier *groupe* étant *zinc*, *drap mouillé* et *argent*; cette extrémité étant ainsi, non le *pole* du *zinc*, comme on la considère, mais le *pole*

ou *côté* de l'*argent*. Cette théorie me parut très-vraisemblable; mais comme l'épreuve que j'avais en vue fournissait un moyen de la vérifier directement, nous suspendîmes de nous y fixer, jusqu'à ce que l'expérience l'eût confirmée. Je vais d'abord décrire l'appareil.

460. Les *conducteurs* par lesquels je me proposais de séparer les *groupes* étaient des lames de laiton mince, d'environ une ligne de largeur, courbées à angle un peu aigu à leurs deux extrémités dans un même sens, la courbure projetant d'environ une demi ligne; leur hauteur était de 0,7 pouce. Ces lames pouvaient se tenir debout, étant posées sur l'une de leurs extrémités; je les plaçais ainsi au centre d'un *groupe*, et le *groupe* suivant, retenu latéralement par les colonnes de verre de la monture, reposait sur son sommet. La hauteur des colonnes de verre que j'employai était suffisante pour 25 *groupes* ainsi séparés, et en apportant beaucoup d'attention dans l'arrangement des petits *conducteurs*, je pouvais parvenir à construire la *pile*; mais le moindre mouvement de la table la dérangeait.

461. Je pris alors le parti de donner plus de distance aux colonnes de verre, et de former des espèces d'étagères par des fils qui, environnant les colonnes, formaient deux triangles;

l'un intérieur, l'autre extérieur ; les *groupes* étaient posés sur le triangle intérieur, et comme ces étagères pouvaient glisser sur les colonnes, après avoir posé le premier *groupe* et le *conducteur* debout sur son centre, j'ajustais la première étagère de façon que le second *groupe*, porté par le triangle intérieur de celle-là, s'appuyât un peu sur le sommet du petit *conducteur*, et je faisais le même ajustement de *groupe* en *groupe* jusqu'au haut. Le premier *groupe* reposait en bas sur la pièce de laiton ordinaire dont une partie projette, et une pièce semblable reposait sur le dernier *groupe ;* c'est ce qu'on nomme d'ordinaire, et que je nommerai les *armures :* la *pile* était affermie par la pièce de bois ordinaire qui sert à retenir les colonnes de verre dans le haut, et qu'on assujettit par des coins.

462. Cet appareil étant prêt, je procédai aux expériences. La *commotion* devait être un des signes d'action de la *pile ;* mais j'eus besoin d'en avoir un plus sensible, et j'employai le tube de verre ordinaire rempli d'*eau*, avec des fils métalliques, le plaçant en communication avec les deux extrémités de la *pile* à la manière ordinaire. Je nommerai ce tube *appareil à gaz ;* il avait des fils d'*argent*. Je fis alors les expériences suivantes, dans lesquelles, comme dans

toutes celles où je ne changerai pas l'expression, les pièces de *drap* étaient *mouillées* d'une forte solution de *sel marin.*

EXPÉRIENCE PREMIÈRE.

J'éprouvai d'abord l'effet des 25 *groupes* empilés comme à l'ordinaire, pour connaître leur pouvoir intrinsèque; et en les arrangeant, je commençai comme l'avait marqué M. CAVALLO; c'est-à-dire, *argent, zinc* et *drap mouillé,* et répétant le même arrangement jusqu'au sommet. J'essayai d'abord le degré de la *commotion;* ce que je faisais toujours en touchant avec les manches de cuillers d'argent, tenues dans les mains mouillées; ainsi je ne le répéterai pas : j'observai ensuite la production du *gaz inflammable* et de la *chaux* dans l'*appareil à gaz.* Tels furent donc les points de comparaison.

Je pris ensuite ces *groupes*, savoir *argent, zinc* et *drap mouillé* sur celui-ci, et je montai la *pile* en les séparant par les petits *conducteurs,* qui ainsi reposaient tous sur le *drap mouillé* du *groupe* inférieur, tandis que l'*argent* du *groupe* supérieur reposait sur leur sommet. Quand la *pile* fut ainsi montée, je touchai simultanément les deux extrémités, et à peine

pus je apercevoir quelque sensation. Ayant ensuite appliqué l'*appareil à gaz*, je vis au bout d'un certain temps un petit flocon de *chaux* se détacher du fil d'en haut, et descendre lentement dans l'*eau* suivi d'un filament très-mince; mais je n'aperçus aucune production de *gaz* au fil inférieur.

463. Je communiquai cette expérience à M. ERMAN, et nous la regardâmes l'un et l'autre comme une confirmation de son idée sur les vrais *groupes*; il attribua même les petits effets que j'avais observés aux bases des *conducteurs* de *laiton*, entre lesquelles, et le *zinc* du *groupe* sur lequel elles reposaient, se trouvait le *drap mouillé*, ce qu'il jugeait d'après le petit flocon de *chaux* descendant du fil supérieur de l'appareil, parce que le *laiton* de ces bases agissait comme aurait fait de l'*argent*; qu'ainsi les parties agissantes n'avaient été réellement que ces petites pièces de *laiton*, séparées du *zinc* par le *drap mouillé*, et que les plaques d'*argent* avaient été indifférentes à l'effet. Je prie qu'on remarque que c'était déja en mai 1800, que M. ERMAN formait cette théorie.

464. Je cherchai d'abord à détruire tout l'effet, en n'employant pour les petits *conducteurs* que des fils métalliques pointus; mais

je trouvai l'arrangement trop difficile; ce qui me détermina à faire la vérification dans le sens contraire; c'est-à-dire, par un moyen qui, d'après la conjecture de M. ERMAN, devrait augmenter l'effet. Je fis souder à mes petits *conducteurs* des bases circulaires de *laiton* mince, à-peu-près de la grandeur des pièces de *drap mouillé*, sur lesquelles elles devaient reposer; ce qui rendait très-aisée la construction de la *pile*; après quoi je fis les expériences suivantes.

EXPÉRIENCE II.

Ayant monté la *pile* avec des *groupes* semblables à ceux de la première expérience; c'est-à-dire, *argent*, *zinc* et *drap mouillé* sur celui-ci, puis un *conducteur* avec sa grande base reposant sur le *drap*, et le *groupe* suivant sur le *conducteur*, la *pile* me donna une *secousse* sensible, et dans l'*appareil à gaz*, outre une grande production de chaux au fil *supérieur*, il s'éleva beaucoup de *gaz inflammable* du fil *inférieur*.

EXPÉRIENCE III.

J'ôtai toutes les plaques d'*argent*, et ne montai la *pile* qu'avec *zinc*, *drap mouillé*, et sur

celui-ci la *base* du petit *conducteur*. Or les deux effets, la *secousse* et les phénomènes dans l'*appareil à gaz*, furent sensiblement les mêmes; preuve que M. ERMAN avait eu raison de ne compter pour rien les plaques d'*argent* dans les expériences précédentes.

EXPÉRIENCE IV.

Je formai alors 25 *groupes* composés de plaques d'*argent* et de *zinc*, en les *séparant* par le *drap mouillé*; et pressant de petits *conducteurs* semblables à ceux de la première expérience, avec des bases d'environ une ligne quarrée, pour séparer les *groupes* dans la pile, je mis d'abord ceux-ci dans la situation où l'*argent* était au dessus, et le *zinc* au dessous; ce qui revenait à la *pile* montée comme à l'ordinaire, en commençant par *zinc*, *drap mouillé* et *argent*, et répétant le même ordre jusqu'au haut. Les *secousses* furent sensiblement aussi fortes que lorsque les *conducteurs* ne séparaient pas les *groupes*; et dans l'*appareil à gaz*, la *chaux* descendit avec autant d'abondance du fil *supérieur*, et l'*air inflammable* s'éleva du fil *inférieur*.

EXPÉRIENCE V.

Je mis les *groupes* en sens inverse dans la *pile*, l'*argent* étant alors *au dessous* et le *zinc* au *dessus*, séparant les *groupes* par les mêmes petits *conducteurs*. La *secousse* fut la même; mais la *chaux* se manifesta au fil *inférieur*, et l'*air inflammable* au fil *supérieur*.

465. Voici donc trois points établis par ces premières expériences. — 1.° L'opération *galvanique* est produite par l'*argent* et le *zinc*, là où ils sont *séparés* par le *drap mouillé*; ce qui constitue les vrais *groupes* de la *pile*. — 2.° Cette opération a lieu dans chaque *groupe* distinct; et quant à l'*accumulation* des effets *électriques* opposés aux deux extrémités de la *pile*, les *groupes* se servent simplement de *conducteurs* les uns aux autres, puisque des conducteurs *étrangers* n'interrompent point cette *transmission*. — 3.° Le côté de l'*argent*, qu'on verra dans la suite être le côté *positif*, est celui qui produit la *calcination* du fil métallique dans l'*appareil à gaz*, et le côté du *zinc*, qui est le côté *négatif*, produit l'*air inflammable*.

466. Arrivé à ce point, je me crus prêt à entreprendre les expériences que je m'étais

proposées pour manifester la *circulation* du *fluide électrique* dans la *pile*, déterminer sa cause, et en suivre les effets; mais je me trouvai bientôt dans un labyrinthe où je marchai longtemps sans trouver une issue; j'y arrivai cependant, et ce fut en déterminant une première *modification* du *fluide électrique* lui-même par l'opération *galvanique*. C'est ce qui fera l'objet de la section suivante.

SECTION III.

Premier effet d'une MODIFICATION *du* FLUIDE ÉLECTRIQUE, *dans sa nature même, par l'opération galvanique.*

467. A mesure que j'avançais dans les expériences que je viens de rapporter, ayant l'avantage d'être voisin de M. ERMAN, j'allais successivement lui en rendre compte, après quoi nous fixâmes un jour pour les répéter avec lui; je les avais répétées moi-même nombre de fois, et ce jour-là je ne réussis point; ce qui m'arrêta longtemps à des recherches sur ce seul objet. J'imaginais des moyens, et s'ils réussissaient, j'invitais M. ERMAN à venir voir l'expérience; mais souvent elle manquait de nouveau. Il serait trop long d'entrer dans les détails de tous les appareils que je construisis, en les changeant successivement d'après des hypothèses sur ces contrastes; ainsi je viens immédiatement à ce que je découvris enfin.

468. Lorsque je commençai ces expériences, toutes mes plaques métalliques étaient neuves; pour l'*argent*, c'étaient des écus de Prusse sortants de la Monnaie; pour le *zinc*, j'avais des

plaques neuves de même grandeur ; et ce fut tandis qu'elles demeurèrent sensiblement dans cet état que les expériences fournirent les résultats que j'ai indiqués. Pour ménager ces plaques, je démontais la *pile*, et les essuyais en cessant les expériences ; et quand je la remontais, je les plaçais indistinctement comme elles se trouvaient sous ma main ; de sorte que successivement elles se *calcinèrent* des deux côtés, mais inégalement : or je conjecturai enfin que le contraste que j'éprouvais entre des cas en apparence semblables, provenait des places plus ou moins *calcinées* que rencontraient les extrémités des petits *conducteurs* de laiton sur les plaques des deux sortes, ainsi que des parties des extrémités des conducteurs eux-mêmes qui touchaient les métaux.

469. Une circonstance particulière me conduisit à cette conjecture, parce qu'elle me parut indiquer la cause qui arrêtait les effets, quand les points de contact des petits *conducteurs* avec les *plaques* se trouvaient *calcinés*. Dès le commencement de ces expériences, j'avais essayé la faculté *conductrice* de la *pile*, au moyen d'un *électroscope* à lames d'or très-sensible. J'isolais la *pile*, et faisant communiquer l'*électroscope* avec une de ses extrémités, j'agissais sur l'autre par de très-petits moyens. Pour communiquer

niquer à la *pile* de nouveau *fluide électrique*, je n'employais qu'un bouton d'*ivoire* frotté; et pour lui en enlever, j'employais un bouton d'*ambre* frotté très-légèrement; ces deux *électrisations* si faibles se communiquaient instantanément à l'autre côté de la *pile :* or, lorsqu'elle fut arrivée à cet état variable quant à la production de ses effets, répétant ces expériences d'*électrisation* très-faibles, je ne trouvai aucune différence dans sa faculté *conductrice* d'un cas à l'autre.

470. Ce contraste de facultés en même temps *conductrice* et *non-conductrice*, quand la *pile* ne produisait pas ses effets, aurait pu faire penser qu'ils n'étaient pas dus au *fluide électrique;* mais trop de propriétés le caractérisaient pour que je pusse avoir ce doute, et je m'arrêtai à l'idée d'une *modification* produite dans le *fluide* par l'opération *galvanique*. Ce qui me frappa le plus, fut que, dans ces cas de non-opération de la *pile*, je lui *enlevais* aussi aisément du *fluide* que je lui en donnais, et dirigé par la *théorie* des opérations de la *pile*, telle que je l'ai donnée ci-dessus, j'arrivai à celle de ces contrastes; je vais énoncer cette théorie, parce qu'on la verra confirmée par l'expérience. L'opération *galvanique* ne met en *circulation* entre la *pile* et un *conducteur* com-

muniquant à ses deux extrémités, que la quantité de *fluide électrique* qui constitue la différence de sa *densité* à ces deux extrémités quand elles ne communiquent pas entre elles; et cette quantité, manifestée par l'*électroscope*, est très-petite en comparaison de celle que renferme la *pile*. Si c'est la même portion du *fluide* qui *circule*, comme il y a lieu de le croire, cette portion peut être *modifiée* de quelque manière qui rende sa *circulation* dépendante d'un certain état de la *pile*. Or, on voit, par les expériences précédentes, que le *fluide galvanisé* ne peut point passer d'un *groupe* à un autre, dès qu'au point de contact les surfaces sont *calcinées*; c'est-à-dire, quand elles ne sont pas purement *métalliques*; tandis que la partie du *fluide* de la *pile* qui n'a pas subi l'opération, passe sans obstacle de groupe en groupe pour se porter au corps *négatif* qui la touche à l'une de ses extrémités, comme une petite quantité de nouveau *fluide*, donnée à l'une des extrémités, s'y répand aussi sans obstacle. Ce ne sera que par tout l'ensemble des expériences que cette *théorie* sera confirmée; ainsi il faut y avancer par parties.

471. Cette conjecture était très-essentielle à examiner; car si elle était juste, elle expliquait un autre mystère de la *pile*, savoir ses grands

effets, comparativement à tout autre appareil électrique, quand on compare en même temps les indications de l'*électroscope*. Cet instrument n'annonce qu'une bien petite *circulation* du *fluide électrique* dans la *pile*; mais si en même temps il éprouve quelque *modification*, il peut acquérir une propriété que n'a pas le *fluide électrique* commun. Il était donc essentiel de chercher, par quelque expérience directe, si cette *modification* avait lieu, et c'est le but des expériences suivantes.

472. Durant mes tâtonnements, ayant placé entre les *groupes* des *conducteurs* de diverses hauteurs, jusqu'à de simples lames de laiton très-minces, je n'avais trouvé aucune différence d'effet par ces changements; ainsi, comme les expériences que je projetais rendaient cependant nécessaire d'avoir des *conducteurs étrangers* de groupe à groupe, pour pouvoir déterminer les points de *contact*, trop vagues quand les groupes se touchent immédiatement, en même temps que de longs *conducteurs* étaient embarrassants pour monter la *pile*, je pensai à séparer les *groupes* par trois petits *grains* de *laiton*, formant comme trois pieds, ce qui rendrait la *pile* très-solide. Je fis ces *grains* avec du fil de *laiton* bien nettoyé d'environ $\frac{1}{16}$ de pouce de diamètre, que je coupai par bouts d'$\frac{1}{10}$ de pouce.

473. Je n'avais pas besoin, comme dans les expériences précédentes, de tenir écartées les colonnes de verre de la monture, et je les rapprochai, au contraire, de manière à laisser fort peu de jeu aux plaques; ce qui me fournit le moyen de changer l'état de la *pile*, d'abord avec des *grains*, puis sans *grains*, sans la démonter : pour les ôter, je la couchais sur un lit couvert d'un linge, où elle s'enfonçait par son poids; alors, avec la pointe d'un couteau, j'écartais le premier groupe du sommet, et quand les *grains* étaient tombés, le second groupe s'écartait aisément; passant ainsi de groupe en groupe, je les resserrais en même temps par la pièce de bois du sommet, pour que les plaques ne pussent pas se tourner et passer entre les pilliers de verre; par ce moyen, il n'y avait que très-peu d'intervalle entre les observations sur les effets de la *pile* avec les *grains* et sans *grains :* en la montant, je plaçais trois *grains* sur chaque *groupe*, formant un triangle à-peu-près équilatéral près du bord, et le *groupe* suivant était posé sur eux.

474. Ayant alors beaucoup plus d'espace dans la même monture, au lieu des 25 *groupes* des expériences faites avec l'interposition des longs *conducteurs*, je pus en placer 50 avec les *grains*. Je pris 50 écus sortants de la Monnaie pour les

plaques d'*argent* et de nouvelles plaques de *zinc*, continuant de mouiller les pièces de drap avec de l'eau saturée de sel marin.

EXPÉRIENCE VI.

Je montai la pile en commençant par *zinc*, *drap mouillé* et *argent*, plaçant 3 *grains* sur la plaque d'*argent*, et continuant dans le même ordre jusqu'au sommet. J'essayai d'abord les *secousses*; elles se trouvèrent aussi fortes qu'on pouvait les attendre d'une pile de 50 *groupes* en bon état. J'observai la *divergence* de l'*électroscope* placé en contact avec le sommet de la *pile*, qui était le côté de l'*argent*, le bas de la *pile* communiquant avec le sol, et cette *divergence* se trouva *positive*. Enfin je plaçai entre ses extrémités un *appareil à gaz* à fils d'argent, observant la quantité de la *chaux* qui descendait du fil *supérieur* communiquant au côté de l'*argent* dans la *pile*, et celle de l'*air inflammable* produit au fil d'*en bas* communiquant au côté du *zinc*. Alors je fis tomber les *grains* de la *pile*, et ayant répété les trois épreuves, je n'y trouvai aucune différence. Ainsi les *grains* suffisaient pour remplacer le contact immédiat des *groupes* entre eux, et transmettre ainsi les modifications opposées du *fluide électrique* dans

chaque *groupe*, jusqu'aux extrémités correspondantes de la *pile*; ce qui confirmait la théorie fondamentale.

475. Au bout de 36 heures la *pile*, laissée dans cet état, donnait encore d'assez fortes *secousses*, quoique diminuées; l'effet *électroscopique* avait aussi sensiblement diminué, et la production de l'*air inflammable* était moins rapide; je fis alors l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE VII.

Ayant démonté la *pile*, je tournai toutes les *plaques*, de manière que les *draps mouillés* furent, dans chaque *groupe*, en contact avec les surfaces neuves de l'*argent* et du *zinc*, et les surfaces déja *calcinées* étant ainsi en dehors, devaient former les *contacts* entre les groupes. L'effet *galvanique* devait augmenter, puisque les surfaces *non-altérées* éprouvaient l'action de l'*eau*; cependant la *pile* ainsi montée ne produisit presque plus d'effet: je n'éprouvai aucune apparence de *secousse*; les lames de l'*électroscope* avaient à peine une divergence perceptible; et ayant placé l'*appareil à gaz*, il demeura assez longtemps avant que je visse se former un petit flocon de *chaux* au fil supérieur, qui descendit en laissant un petit filament sur la route;

mais je ne pus apercevoir aucun *air inflammable* se détacher du fil inférieur.

EXPÉRIENCE VIII.

J'isolai la *pile* pour essayer la transmission du *fluide électrique* étranger, et la soustraction d'une partie de celui qui ne subissait pas l'opération *galvanique ;* répétant pour cet effet l'expérience mentionnée au §. 469, avec les boutons d'*ivoire* et d'*ambre frottés ;* et l'*électroscope* éprouva leurs effets aussitôt et sans aucune différence. Ainsi la *pile*, quoique devenue *non-conductrice* pour le *fluide galvanisé*, demeurait *conductrice* pour le *fluide* qui restait dans son état ordinaire.

476. Je démontai la *pile* par *groupes*, et les tournai seulement pour avoir le *zinc* au dessus. Alors, avec la pointe d'un couteau, je ratissai trois places sur chaque plaque de *zinc*, aux points convenables pour y placer les *grains* de laiton, découvrant en ces points le *métal* intact. Il ne fut pas nécessaire de faire la même opération sur les plaques d'*argent*, parce qu'elles étaient peu altérées.

EXPÉRIENCE IX.

Je montai la *pile* dans cette situation des *groupes*, plaçant sur chacun les trois *grains* aux parties nettes du *zinc*, avant que de poser le *groupe* suivant. Par ces seuls points de contact *métallique*, la *pile* reprit toute sa force, tant pour les *secousses* que pour l'action sur l'*électroscope*, et pour les opérations dans l'*appareil à gaz*, où elles furent inverses; le *gaz inflammable* partit du fil d'en haut, qui cette fois était le côté du *zinc*, et là aussi la divergence de l'*électroscope* était *négative*, et la chaux se détachait du fil d'en bas, devenu le côté de l'*argent positif*, etc.

477. Ces expériences me paraissent confirmer toute la *théorie*, en établissant les propositions suivantes.

I. La *pile* ne produit point de nouveau *fluide électrique*; elle agit seulement sur une partie de celui qui lui appartient en commun avec les autres corps.

II. Cet effet de l'opération *galvanique*, quelle qu'elle soit en elle-même, consiste à produire une augmentation de *densité* de ce *fluide électrique* sur la plaque d'*argent*, comparativement à sa *densité* sur la plaque de *zinc*, quand elles

sont séparées par le *drap mouillé ;* et cette différence est nécessaire pour conserver l'équilibre de sa *force expansive* sur le *groupe* considéré en lui-même, soit que le côté du *zinc* acquière du *fluide déférent*, ou que le côté de l'*argent* en perde, cas analogue quant à l'effet, à ceux qu'on a vus dans le traité précédent, où les causes étaient connues.

III. Mais c'est seulement dans le rapport de l'une à l'autre que les deux *plaques* sont dans cet état d'équilibre quant à la *force expansive* du *fluide*, malgré la différence de sa *densité ;* car, comparativement aux autres corps, même à l'*argent* et au *zinc* aux côtés respectifs, la plaque d'*argent* est dans l'état *positif*, et celle de *zinc* dans l'état *négatif*. De sorte que si les deux extrémités de la *pile* communiquent entre elles par un corps *étranger* qui soit bon *conducteur*, les états *positif* d'un côté et *négatif* de l'autre dans les *groupes*, s'ajoutent les uns aux autres dans les côtés respectifs, par la faculté *conductrice* de la *pile ;* ce qui produit la *circulation* du *fluide*, dont les effets se manifestent quand le *conducteur* est *interrompu*.

IV. Mais tel est un des effets de la *modification* produite par cette opération dans le *fluide électrique* lui-même, que pour que la quantité mise ainsi en *circulation*, puisse passer de corps

à corps, même *métalliques*, et ainsi de *groupe* à *groupe*, il faut qu'aux points de contact leurs surfaces soient bien nettes; car la *circulation* et ses effets cessent, dès que la surface du *métal* est *calcinée* à ces points, quoique cela n'empêche pas le passage du *fluide électrique* qui n'a pas subi cette *modification.*

478. Ces résultats tendent donc à dévoiler les *trois mystères* de la *pile.* Ils expliquent d'abord directement l'une de ses propriétés distinctives; savoir, qu'il s'y manifeste du *fluide électrique* sans qu'aucun *frottement* ait précédé; ce qui n'était connu encore dans aucun autre appareil; mais la cause de ce phénomène est de même genre que celle qui agit dans la *machine électrique* ordinaire, c'est un *déplacement* du fluide. Sous ce point de vue, quand les deux extrémités de la *pile* communiquent entre elles par un *conducteur*, elle est analogue à une *machine électrique* en mouvement, dont le *premier conducteur* communique au *frottoir*, et l'opération *galvanique* dans la première, remplace la *manivelle* de la dernière. On aperçoit aussi dans ces résultats la cause d'une seconde propriété distinctive de la *pile*, celle de produire ses effets, quoiqu'elle soit toute *conductrice*, et que sa base communique avec le *sol*; car puisque la *circulation* du fluide qui les produit, est un effet

immédiat de la différence de *densité* du *fluide*, qui tend sans cesse à se produire entre les deux *métaux* des *groupes*, elle ne peut être empêchée par le contact des extrémités avec d'autres corps. Enfin la troisième propriété distinctive de la *pile*, celle de ses grands effets, sans qu'on puisse y observer beaucoup de *fluide* en *circulation*, commence à se déterminer; puisqu'en même temps qu'on a un indice que la quantité du *fluide* qui opère, est en effet peu considérable, on a la preuve qu'il subit une *modification*.

479. C'est à éclaircir et déterminer ces divers points de vue que serviront les expériences que j'ai à rapporter; mais il devient d'autant plus nécessaire de constater, que néanmoins le *fluide* de la *pile* est le *fluide électrique* lui-même; ce qui sera l'objet d'une des *sections* de la PARTIE suivante.

SECONDE PARTIE.

Expériences sur la marche du FLUIDE ÉLECTRIQUE *dans la* PILE GALVANIQUE.

SECTION PREMIÈRE.

Description de l'appareil employé à ces expériences.

480. Il est peu d'expériences dans lesquelles il soit plus nécessaire d'avoir des appareils semblables, pour que les résultats soient uniformes; car il y reste assez d'anomalies par des causes qui ne s'aperçoivent pas, pour qu'on doive en écarter celles qui peuvent procéder de la différence des instruments; c'est pourquoi je décrirai en détail ceux que j'ai employés.

481. Les observations *électroscopiques*, dont j'ai fait mention en abrégé dans les expériences précédentes, m'avaient conduit à reconnaître ce dont m'avait prévenu M. Erman, que quoiqu'il soit indifférent pour les effets de la *pile*, qu'elle soit *isolée* ou *non-isolée*, il ne l'était pas à

l'égard des observations *électroscopiques*, qui varient beaucoup entre les deux cas; et j'avais aperçu en même temps des effets, dont j'avais conclu que c'était dans la différence de ces phénomènes, suivant des cas déterminés, qu'on pourrait trouver des indices de la marche du *fluide électrique* dans les diverses situations et opérations de la *pile*. D'après mes premières tentatives, j'eus aussi lieu de reconnaître, que pour l'uniformité des résultats, outre l'*isolement* de la *pile*, quant au *sol*, avec lequel on pouvait ensuite la faire communiquer de diverses manières, il fallait *isoler* la pièce de bois du sommet, par laquelle on affermit les *groupes*; car il s'agit de très-petites indications de l'*électroscope*, qui varient suivant la position de la pièce de bois, quand elle repose immédiatement sur les *groupes*. C'est d'après ces remarques, que je construisis mes *piles*; je vais les décrire, avec les pièces qui s'y joignaient en diverses circonstances, pour revenir à ces pièces à mesure que les expériences l'exigeront.

482. La pl. XV représente deux *piles* de 50 *groupes* chacune, dont les pièces d'*argent* étaient, comme dans la précédente, des écus de Prusse; les pièces de *zinc* étaient de même grandeur; mais les pièces de *drap*, mouillées d'eau salée, étaient un peu plus petites, pour éviter des

écoulements de l'eau le long de la *pile*, ce dont j'aurai occasion de montrer l'inconvénient. (§ 561.) Ces *piles* étant destinées à être réunies par le bas, j'y plaçai les métaux en sens réciproquement inverse; dans l'une, marquée A au sommet, le *zinc* était la partie inférieure de chaque *groupe*; et dans l'autre B, c'était l'*argent*: ainsi la première commençait par le *zinc*, et finissait par l'*argent*; et la dernière commençait par l'*argent*, et finissait par le *zinc*; ce que j'ai exprimé dans les *figures*.

483. Tout étant d'ailleurs semblable dans les deux *piles*, et les mêmes parties s'y trouvant indiquées par les mêmes *lettres*, il suffira de décrire une des *figures*. Les trois baguettes de verre étaient fixées dans une pièce de bois *a*, et pour les rendre *isolantes* à l'égard du *sol*, je les avais couvertes dans une longueur de deux pouces de cire à cacheter passée sur elles, tandis qu'elles étaient assez chaudes pour la fondre sans la brûler. C'était à cette hauteur que commençait la *pile*, reposant sur l'*armure* inférieure *b*, fixée elle-même horizontalement sur trois piliers de verre *c*, *c*, *c*, couverts de cire, en la plaçant chaude sur une petite masse de cire au sommet de chaque pilier. Le haut des baguettes de verre, à partir du point que devait rencontrer l'*armure* supérieure *d*, était

aussi couvert de cire dans une hauteur de deux pouces, et c'était au-dessus de la cire qu'était fixée par des coins la pièce de bois circulaire d'où provenait la pression sur l'*armure* supérieure. Cette pièce avait environ trois quarts de pouce d'épaisseur à son centre, percé d'un trou vertical, qui, à-peu-près dans la moitié de sa longueur, était occupé par une vis *f*; le reste du trou, au-dessous de la vis, recevait l'extrémité supérieure d'une baguette de verre couverte de cire, qui reposait par le bas sur l'armure *d*. Je plaçais cette baguette avant que d'assujettir la pièce de bois par les coins; après quoi je pressais la baguette par la vis. Lorsque l'évaporation de l'eau des draps occasionnait l'affaissement des *groupes*, ce qui rendait l'*armure* vacillante, je l'affermissais en serrant la vis. Ainsi les *groupes* étaient entièrement *isolés*, ne communiquant qu'avec les *armures*.

484. J'avais besoin pour ma vue de pouvoir observer l'*électroscope* contre le ciel, en plaçant l'appareil devant la fenêtre d'une chambre élevée; c'est par cette raison que je montais inversement les *piles*, afin que, les réunissant par le bas, la *pile totale* eût ses deux extrémités dans le haut: leur réunion se faisait par une baguette de laiton *g*, *g*, dont les extrémités

étaient tournées en boucles, et qui reposait sur les *armures* inférieures *b, b.* J'avais soin de tenir ratissées tant les *armures* que la *baguette*, aux points où elles se touchaient; car, dès qu'elles étaient *ternies*, le *fluide galvanisé* ne passait plus d'une *pile* à l'autre, quoique la plus petite quantité de fluide *non-galvanisé*, soit de la *pile* elle-même, (en approchant d'une de ses extrémités un corps *négatif*) soit étranger, (apporté pour un corps *positif*) y passât très-librement.

485. Il m'aurait été commode d'avoir deux *électroscopes* semblables, pour les observer en même temps aux deux côtés de la *pile*; mais je me trouvai fort heureux d'en avoir un assez sensible pour ces expériences, et je l'obtins de la complaisance de M. le docteur PÉLISSON, qui l'avait eu par M. le baron DE GERSDORFF, d'un artiste que ce dernier a formé à sa terre de *Meffersdorff* en haute Lusace, où j'ai vu, avec beaucoup d'intérêt, ses beaux appareils électriques, et en particulier pour l'électricité aérienne, sur laquelle il a fait et continue de faire des observations très-intéressantes. Ces petits *électroscopes* ont une cape de laiton, à laquelle se visse un petit conducteur vertical, par lequel on peut observer l'état électrique de l'air au-dessus de sa tête; mais je l'ôtai pour profiter d'un écrou dans

dans laquelle elle se visse elle-même, appartenante à la pièce de laiton d'où pendent les lames d'or, et qui traverse une pièce d'ivoire : cet écrou était plus commode que celui de la cape, pour y fixer le conducteur dont j'avais besoin.

486. Avant que d'aller plus loin dans la description de cet *électroscope*, je dois expliquer pourquoi un seul put me suffire, en l'observant aux deux côtés de la *pile* l'un après l'autre, parce que cela tient à la propriété distinctive de cet appareil. Quand il s'agit de corps électrisés *artificiellement*, soit par la communication d'une nouvelle quantité de *fluide électrique*, soit par la soustraction d'une partie de celui qu'ils possèdent en commun avec les autres corps, cet état tend à se détruire par l'air et par les supports isolants, qui rétablissent plus ou moins promptement l'équilibre électrique du corps avec l'air et le sol; de sorte que pour les observations comparatives en des points différents d'un même corps ou système de corps, il faut des *électroscopes* placés simultanément à ces points; sans quoi l'état des corps changeant durant des observations successives avec un seul *électroscope*, leur comparaison ne serait pas exacte. Mais il n'en est pas de même de la *pile*; car tant qu'elle demeure sensiblement au même degré d'action, ses deux extrémités

ont leurs états fixes respectifs; ainsi on a tout le temps nécessaire pour les observer successivement. Or ici se manifeste un phénomène qui caractérisera toujours mieux cet appareil comparativement aux corps *artificiellement* électrisés : si l'on applique l'*électroscope* à ceux-ci, il est soudainement affecté au point où il doit l'être; mais quand on l'applique à une des extrémités de la *pile*, il n'y a d'effet soudain, que le partage du degré d'*électrisation* auquel se trouve l'*armure*, et il faut un certain *temps* pour que l'opération de la *pile* rétablisse à cette extrémité le degré d'*électrisation* qui lui appartient. On aperçoit mieux cet effet lorsque l'*électroscope* étant en contact avec l'*armure*, on y amène aussi en contact un autre corps *isolé*; car ce corps, partageant l'*électrisation* actuelle de l'*armure*, fait soudainement baisser l'*électroscope*, et il faut plus de *temps* pour qu'il diverge au même point. Ce phénomène confirme et détermine plus particulièrement la *théorie* établie ci-dessus, et il conduit à d'autres conclusions qu'on verra dans la suite; mais ici il suffit de remarquer que c'est par-là que des observations successives d'un seul *électroscope* aux deux côtés de la *pile*, ont la même exactitude que s'il y avait des *électroscopes* aux deux côtés en même temps, pourvu qu'on attende

qu'il se soit conformé à l'état fixe du côté auquel on l'applique.

487. Je viens à la monture de cet *électroscope*. Une tige de verre vernissé *i, i*, ayant pour base une pièce de bois *h*, portait dans le haut une espèce de console de bois *k*, qui pouvait monter et descendre à volonté, étant sur un canon élastique *l, l*. L'*électroscope* était fixé sur cette console par sa base de bois *n, n*, dans laquelle est retenue la cage de verre. La pièce d'ivoire *m, m*, qui ferme cette cage en haut, est traversée par la pièce de laiton qui porte les lames d'or, à l'opposite desquelles sont collées en *p, p*, les lames d'étain ordinaires qui, passant par dessous la cage, viennent communiquer à un anneau de laiton *o, o*, fixé sur la base de bois: un fil de laiton qui traversait la console, touchait cet anneau au dessus de celle-ci, et se terminait au dessous en une boucle *q*, à laquelle était suspendu un fil de laiton *r, r*: ce fil, venant s'appuyer contre la base du bois *a*, mettait ainsi les *lames d'étain* en communication avec le *sol*.

488. Le conducteur *s, t, u*, de l'*électroscope*, était vissé au point *s*, à la pièce qui portait les lames d'or; dans le reste de sa longueur, il était mince et élastique, pour que son extrémité *u*, tournée en boucle, qui se présentait d'abord un peu plus bas que les *armures* tenues exactement

à une même hauteur, pressât sur elles; quand on l'avançait, j'avais soin de tenir bien nettes, tant cette extrémité que les parties des *armures* sur lesquelles elle s'appuyait. Ce *conducteur* était formé en boucle au point t, d'où partait un fil de laiton t, v, passant au point v dans un anneau porté par une baguette de verre vernissé, fixée horizontalement dans une pièce de bois x, celle-ci étant retenue par un anneau élastique sur la tige de verre i, i. Ce fil conducteur t, v était destiné à mettre le *disque* d'un *condensateur* en communication avec l'*électroscope*, séparé alors de la *pile*. J'avais aussi besoin, dans une observation particulière, de mettre l'*électroscope* en communication avec les *armures* inférieures des *piles* séparées; alors je suspendais à la boucle u de son *conducteur*, un fil de laiton, courbé en bas de manière qu'il venait toucher ces *armures*, sans que le *conducteur* touchât les *armures* supérieures. Quand l'affaissement des *groupes* m'obligeait à presser la *pile* par la vis f, j'abaissais aussi l'*électroscope* sur sa tige.

489. Les *appareils à gaz* que j'employais à ces expériences, sont représentés en A et B, dans leur position ordinaire, accrochés respectivement à l'extrémité de l'*armure* de la *pile* de même nom; ils étaient réunis en bas par un *anneau* de laiton χ, duquel pendait une soie

indiquée par une ligne ponctuée. A chacune de ces *armures* était aussi suspendu un fil de laiton terminé en boucle par le bas au point *x*. Ces petits *conducteurs*, et l'*anneau* qui réunissait les *appareils à gaz*, étaient trois points auxquels, dans plusieurs expériences, j'appliquais un *condensateur*. Enfin, pour terminer l'explication de cette pl. XV, j'indiquerai des *baguettes* de laiton, dont la position est indiquée par les lignes ponctuées *z*, *z*, aux deux côtés de la *figure*, et qui servaient dans quelques expériences à mettre en communication avec le *sol*, ou l'une des *armures* supérieures seules, ou les deux à la fois : ces *baguettes* étant appuyées par le haut contre les *armures*, reposaient par le bas sur la table.

490. Le *condensateur* que j'employais était composé de deux *disques*, de laiton bien planes de 8 pouces de diamètre, dont l'un était fixé horizontalement sur un pied isolant et couvert de taffetas; l'autre avait une baguette isolante fixée à son centre. Lorsque j'employais ce *condensateur*, je le prenais par son pied, laissant reposer le *disque* inférieur sur la paume de ma main, pour le mettre en communication avec le *sol*. Alors je portais son *disque* supérieur en contact avec l'un ou l'autre des conducteurs *x* suspendus aux *armures*; et quant à l'*anneau* qui

réunissait les *appareils à gaz*, en *y*, je l'amenais sur le *disque* par sa soie. Ce *disque*, l'*anneau* et les extrémités *x* des petits *conducteurs*, ainsi que les *crochets* des *appareils à gaz* et les *boucles* par lesquels ils communiquaient avec les *armures*, étaient des parties qu'il fallait aussi tenir bien *nettes*, sans quoi il y avait des anomalies dans les expériences. Ce *condensateur* ne pouvait être employé que pour des degrés d'électrisation presque insensibles à l'*électroscope ;* car dès que les lames de celui-ci, appliqué à la *pile*, avaient une divergence déterminable à l'œil, par exemple $\frac{1}{8}$ de ligne, en le séparant, et lui appliquant le disque du *condensateur* mis d'abord en communication avec le conducteur de l'*armure*, ces *lames* allaient s'attacher aux parois de la cage.

491. Tel est l'ensemble de l'appareil employé aux expériences qui font le sujet de cette PARTIE, et en décrivant celles-ci, je montrerai successivement l'usage de toutes les pièces dont j'ai fait mention.

SECTION II.

Preuves que le FLUIDE *de la* PILE GALVANIQUE *est le* FLUIDE ÉLECTRIQUE.

492. Je considérerai ici d'une manière générale deux *phénomènes* dont les degrés seront les principaux objets d'attention dans les expériences que j'ai à rapporter, je veux dire les *mouvements électriques* et l'effet du *condensateur;* parce que l'analyse de ces phénomènes fournit la preuve que le *fluide* de la *pile galvanique* est le *fluide électrique*, en même temps que d'autres phénomènes prouvent qu'il subit une *modification;* circonstance très-importante en physique, tant en elle-même que par ses conséquences générales.

493. L'*écartement* des corps mobiles de l'*électroscope* appliqué à certains corps, est déja un phénomène absolument distinctif du *fluide électrique*. Le *fluide magnétique* occasionne, il est vrai, des *mouvements* qui ont quelque rapport avec ceux-là; mais la cause qui les produit est durable; elle ne paraît affecter que l'aimant et et le fer, et le simple contact d'autres corps

n'y a aucune influence ; ce qui constitue des différences très-caractéristiques ; au lieu que dans les *mouvements* produits par la *pile*, tout est absolument analogue à ce qu'on observe dans les expériences *électriques* ordinaires, et dépend en même temps d'une cause si précisément définie, qu'on ne peut la méconnaître là où elle opère. J'ai démontré dans le traité précédent, que ces *mouvements* résultent de la rupture d'équilibre entre les *corps mobiles* et l'*air* d'une substance qui, par sa tendance vers tous les corps terrestres, y comprises les particules de l'*air*, tend par conséquent à se mettre en équilibre entre eux. Ainsi, pour assigner à la *pile* un *fluide* différent du *fluide électrique*, il faudrait supposer sur tous les corps et sur les particules de l'*air* un autre substance qui, avec la même propriété, ne se serait cependant encore manifestée que par une certaine association de deux *métaux ;* ce qui est très-improbable. Mais cette improbabilité augmente encore, si l'on considère la *composition* du *fluide électrique* telle que je l'ai démontrée par tous ses phénomènes, et qui se manifeste en particulier par les *mouvements électroscopiques* eux-mêmes, en ce qu'ils ne sont pas produits par *tout* le *fluide*, mais seulement par un de ses *ingrédients* qui, par lui-même, ne jouit pas de l'*expansibilité*,

et la doit à un *fluide subtil*, aussi distinct de tout autre *fluide* connu, que l'est l'autre *ingrédient* de toute substance *non-expansible*.

495. J'ai montré encore que c'est de cette *composition* du *fluide électrique* que résulte le phénomène de ses *influences*, dont la cause est si déterminée, que pour qu'on pût l'attribuer dans la *pile* à un autre *fluide*, il faudrait non-seulement qu'une autre substance *non-expansible* eût, comme la *matière électrique*, une tendance vers tous les corps, y comprises les particules de l'*air*; mais qu'un autre *fluide subtil*, ou le même, mît en mouvement cette substance, en suivant les mêmes *lois* que dans le *fluide électrique*. C'est sur cette circonstance que je m'arrêterai principalement.

495. Je donnerai d'abord, pour exemple d'une *influence* exercée par le *fluide* de la *pile*, l'effet que produisent, dans l'*électroscope*, les *lames d'étain* fixées contre la cage de verre à l'opposite des *lames d'or*, quand les premières sont mises en communication avec le *sol*. Cet effet, connu à l'égard du *fluide électrique*, résulte du *fluide déférent*. Quand les *lames d'or* reçoivent de nouveau FLUIDE ÉLECTRIQUE, le *fluide déférent* de celui-ci se communique au FLUIDE ÉLECTRIQUE des *lames d'étain*, qui acquiert par-là plus de *force expansive*, et s'écoule en

partie dans le *sol*, ce qui rend ces dernières *négatives*; en même temps que les *lames d'or*, perdant ce *fluide déférent*, leur FLUIDE ÉLECTRIQUE, résiste moins à celui de la *source* d'où il procède qui y arrive ainsi en plus grande quantité; elles deviennent donc plus *positives*, et leur *divergence* augmente d'autant plus, qu'elles se portent plus fortement vers les *lames d'étain* devenues *négatives*. Quant au cas où les *lames d'or* perdent au contraire du FLUIDE ÉLECTRIQUE, j'ai expliqué en plusieurs occasions pourquoi les *mouvements électriques* sont les mêmes, dans les changements opposés de la quantité de *matière électrique* sur les corps mobiles, comparativement à l'*air*. Telles sont les modifications du FLUIDE ÉLECTRIQUE dans l'*électroscope*, par son *influence* sur les *lames métalliques* communiquant au *sol*, et je vais montrer que les mêmes effets sont produits par le *fluide* de la *pile*.

EXPÉRIENCE X.

J'ôtais de l'*électroscope* le fil conducteur *r, r*, par lequel les *lames d'étain* communiquaient avec le *sol*, et j'appliquais le premier à l'une des *armures* de la *pile*, comme on le voit dans la figure, soit à son côté *positif* ou à son côté *négatif*. Dans l'un comme dans l'autre cas, les

lames d'or divergeaient d'une certaine quantité. Je fixais mon attention sur ces *lames*, tandis que je portais mon doigt vers l'anneau *q*, en communication avec les *lames d'étain ;* et au moment du contact, je voyais augmenter la divergence des *lames d'or.* (L'effet aurait été plus grand, si les *lames d'étain* n'eussent pas déja communiqué avec la *base* de l'*électroscope* et la *console*, qui recevaient ou fournissaient du *fluide.*) Ainsi le *fluide* de la *pile* agit comme FLUIDE ÉLECTRIQUE dans ce phénomène si caractéristique de la nature de celui ci (1).

496. Le *condensateur*, dont le phénomène est encore si démonstratif de la nature du FLUIDE ÉLECTRIQUE, fournit la même conclusion, et manifeste en même temps l'*opération* de la *pile.* Au premier égard, j'ai montré, dans le Traité précédent, que l'action du *condensateur* est entièrement due à cette propriété du *fluide déférent électrique*, par laquelle, suivant les circonstances, il se joint plus ou moins abondamment à la *matière électrique.* Il résulte de là, en particulier, que ce n'est pas le FLUIDE ÉLECTRIQUE, tel qu'il arrive sur le *condensateur*,

(1) Voyez à la fin de cette *section*, en *note*, d'autres effets d'*influence* du *fluide* de la *pile.*

qui s'accumule sur son *disque* supérieur ; c'est la *matière électrique* seulement. A mesure que le FLUIDE ÉLECTRIQUE arrive sur ce *disque*, une partie de son *fluide déférent* traverse la *soie*, ou tel autre intermède convenable, passe au FLUIDE ÉLECTRIQUE du *disque* inférieur, augmente la *force expansive* de celui-ci, et en fait écouler une partie dans le *sol* ; et comme le FLUIDE ÉLECTRIQUE qui arrive au *disque* supérieur perd le degré de *force expansive* qu'il communique à l'autre, il en vient davantage de la source quelconque. C'est ainsi que le *disque* inférieur perd de la *matière électrique*, à proportion de ce qu'il s'en accumule sur le *disque* supérieur ; et l'opération dure jusqu'à ce que la *matière électrique*, accumulée sur ce *disque*, (qui retient toujours un peu de *fluide déférent*) arrive à un degré de *force expansive* égal à celui du FLUIDE ÉLECTRIQUE de la *source*. Si le *disque* inférieur peut alors être *isolé*, et qu'on les sépare l'un de l'autre, celui-là perdant avec l'*air* la quantité du *fluide déférent* qui excédait sa quantité restante de *matière électrique*, et le *disque* supérieur y reprenant le *fluide déférent* qu'il perdait par le voisinage du *disque* inférieur, on trouve que le premier a acquis une quantité de FLUIDE ÉLECTRIQUE d'autant supérieure à celle que la *source* aurait pu lui

fournir immédiatement, que l'autre en a perdu davantage comparativement au *sol*. L'agrandissement d'un certain degré d'électrisation *négative* se fait par la marche inverse du *fluide déférent*; et pour la concevoir, il suffit de se représenter, que c'est le FLUIDE ÉLECTRIQUE du *sol* qui vient se *condenser* sur le *disque* inférieur, quand le *disque* supérieur communique avec un corps *négatif* de grande étendue; parce que le *fluide déférent* du FLUIDE ÉLECTRIQUE venant du *sol*, continue quelque temps à donner au sien plus de *force expansive* qu'il n'en a sur le corps *négatif*, avec lequel ainsi il en perd par-là davantage. Alors, isolant et séparant les deux *disques*, on trouve que le *disque* supérieur est d'autant plus *privé* de FLUIDE ÉLECTRIQUE, comparativement au corps *négatif*, avec lequel il communiquait, que l'autre en a acquis davantage comparativement au *sol*. Or, le *condensateur* agrandit de la même manière les états opposés des deux extrémités de la *pile*; celui de l'extrémité *négative* ou du *zinc*, comme celui de l'extrémité *positive* ou de l'*argent*.

497. Ces deux classes de phénomènes, les *divergences* des corps libres, et les *influences*, dans la classe desquelles se range l'*agrandissement* des états *positif* et *négatif* par le *condensateur*, sont tellement caractéristiques du

FLUIDE ÉLECTRIQUE, qu'il est impossible de ne pas reconnaître ce FLUIDE dans la *pile*, dès qu'elle produit les mêmes *phénomènes*, malgré la *modification* qu'il y éprouve; modification qui devient par-là un grand objet d'attention, et qu'il faut suivre dans ce qui distingue d'ailleurs la *pile* des appareils électriques ordinaires.

498. Je reviendrai d'abord à la manière dont le *fluide électrique* est mis en mouvement dans la *pile*, parce que la cause que je lui ai assignée se manifeste par le *condensateur*. Dans la *condensation* ordinaire du *fluide électrique*, le faible degré d'*électrisation* qu'on veut agrandir pour le rendre sensible, appartient, ou à une *source* très-étendue, telle que l'*atmosphère*, ou à une *source* qui se renouvelle pendant un certain temps seulement, telle qu'un côté de la *bouteille de Leyde* presque déchargée, quand l'autre côté communique avec le *sol*. Il en est tout autrement de la *pile*; je l'ai déja comparée à la *machine électrique*, et pour suivre cette comparaison, je la considérerai comme une *machine électrique* extrêmement petite : si l'on fait communiquer le *frottoir* de celle-ci avec le *sol*, et le *premier conducteur* avec le *disque supérieur* du *condensateur*, ou ce *disque* avec le *frottoir* de la *machine*, tandis que le *premier conducteur* communique avec le *sol*, il

faudra un certain *temps* pour que l'opération de la *manivelle* ait modifié le *disque* autant qu'il peut l'être. Or, il en est de même de l'opération de la *pile ;* c'est-à-dire, qu'elle se fait *successivement* comme celle-là.

EXPÉRIENCE XI.

L'*électroscope* étant en contact avec l'un des côtés de la *pile*, et ayant une *divergence* sensible, au premier instant où le *disque* du *condensateur* touche l'extrémité *x* de conducteur qui pend à l'*armure* du même côté, la *divergence* diminue beaucoup, parce que ce *disque* partage le degré d'électrisation de l'*armure ;* mais la *divergence* se rétablit *par degrés ;* c'est-à-dire, à mesure que l'opération de la *pile* ramène ce côté au point où il doit être pour que l'*équilibre* s'établisse en elle-même ; ce qui n'arrive que lorsque le *fluide électrique* a acquis sur le *disque* le degré fixe ou de *raréfaction* du côté du *zinc*, ou de *condensation* du côté de l'*argent*, qui, dans la *pile* même, abstraction faite de corps *étrangers*, fait son *équilibre* comme je l'ai expliqué dans la *théorie.*

499. J'ai développé ici d'une manière générale ces effets de la *pile*, dont les caractères identifient certainement son *fluide* avec le *fluide*

électrique, afin qu'on les reconnaisse d'autant mieux dans le cours des expériences; je ne m'y arrêterai donc plus; c'est-à-dire, je ne mettrai plus en doute s'il s'agit du *fluide électrique*, et je montrerai seulement sa marche dans les différents phénomènes de la *pile*, et les conséquences de la *modification* qu'il y subit.

Note pour le §. 495.

Longtemps après ces expériences, lorsque les appareils électriques, dont j'ai donné la description dans le traité précédent, furent finis, M. ERMAN me proposa de tenter, avec deux piles réunies de cent groupes chacune qu'il avait en action, quelques-unes des expériences sur les *influences* électriques que je lui avais montrées avec ces appareils, parce qu'il possédait alors deux *électroscopes* semblables à celui que j'ai décrit ci-dessus, qu'il avait reçus du même artiste, par M. DE GERSDORFF; et voici comment nous fîmes ces expériences.

Nous employâmes un des *disques* de la pl. IV, auquel nous fîmes communiquer le côté *positif* de la *pile*, l'autre côté étant en communication avec le *sol*. Nous plaçâmes à une petite distance un des *électroscopes*, ayant sa cape de laiton, soutenu de manière que ses *lames d'or* se trouvaient vis-à-vis du milieu du *disque*. Aussitôt les lames *divergèrent*, et par l'épreuve de la cire frottée, présentée au dessus de la cape de l'*électroscope*, cette *divergence* se trouva *négative*. Le *fluide déférent* du *disque* électrisé

électrisé par la *pile*, donnant plus de *force expansive* au FLUIDE ÉLECTRIQUE des *lames d'or*, faisait passer une partie de leur *matière électrique* dans la *cape*.

Nous plaçâmes le second *électroscope* à une distance assez grande du premier, pour qu'il n'éprouvât aucune *influence* du *disque*, et nous les mîmes en communication l'un avec l'autre par leurs capes, au moyen d'un fil métallique porté par une baguette isolante. La *divergence* augmenta dans l'*électroscope* antérieur, et il s'en fit une dans l'autre, qui fut trouvée *positive*. Ici le FLUIDE ÉLECTRIQUE de l'*électroscope* antérieur ayant plus d'espace pour se retirer, ses *lames perdaient* davantage de *matière électrique*, et les *lames* de l'autre *électroscope* en recevaient.

Ainsi le *fluide* de la *pile* exerce l'*influence* caractéristique du FLUIDE ÉLECTRIQUE, et de lui seul; et les épreuves des *divergences* par la cire *frottée*, qui sont directement des *influences* du FLUIDE ÉLECTRIQUE, secondant ou détruisant les *influences* du *fluide* de la *pile*, confirment encore cette identité.

Ces expériences, comme toutes celles qui concernent les *influences* électriques, exigent un temps très-sec; sans quoi le corps *influant* fait sensiblement participer à son état l'*air* qui l'environne, et par lui les corps sur lesquels s'exerce l'*influence*; ce qu'on aperçoit en faisant celle-ci, parce que les *divergences* ne cessent pas entièrement.

SECTION III.

Expériences relatives à la formation de deux PILES *simples réunies en une* DOUBLE PILE.

500. Les expériences qui feront le sujet de cette section étant aussi délicates qu'importantes pour la *théorie galvanique*, je les ai répétées nombre de fois en différents temps, pour m'assurer de leur exactitude; mais leur accord dépendant beaucoup d'un même état de la *pile*, quant au degré de *calcination* des *métaux*, soit pour la production des effets, soit pour leur transmission aux extrémités de la *pile*, voici le moyen que j'employais pour l'avoir toujours à un même degré d'action.

501. Dès que j'avais terminé les expériences d'un jour, je démontais la *pile*, essuyant toutes les plaques avec un linge grossier qui enlevait toute la chaux non-adhérente, et je jetais les pièces de drap dans de l'eau, où je les lavais pour leur ôter le sel, et les étendais ensuite pour qu'elles se séchassent. La *transmission* des effets de groupe à groupe exigeant, comme on l'a vu, que les surfaces par lesquelles ils se touchent

soient bien *nettes*; je mettais toujours les pièces de drap mouillé sur les mêmes faces des plaques, tant d'argent que de zinc, laissant ainsi les faces opposées absolument *neuves*; et quant à celles sur lesquelles agissait l'eau salée, je frottais celles du *zinc* sur une planche couverte de sable, prenant une plaque de chaque main, et les faisant fortement tournoyer sur le sable, puis je les brossais pour en ôter la poussière : quant aux pièces d'*argent*, il suffisait ordinairement de les brosser avec de la poudre de craie; mais s'il s'y était fait quelque dépôt de chaux de *zinc*, je les brossais avec de fin sable mouillé. Avant que de monter la *pile*, je frottais les pièces de drap pour en faire sortir le dépôt terreux du sel, et je les plongeais dans de nouvelle eau salée. Par ce moyen, ma *pile* revenait à l'ordinaire sensiblement au même degré d'activité, et si j'apercevais quelque changement, je frottais la surface altérée des plaques de *zinc* avec de la pierre-ponce mouillée.

502. J'avais plusieurs objets d'attention à la fois, en remontant ma double pile; car outre une même répétition d'arrangement des deux métaux, et inversement dans les deux piles, j'avais à prendre garde d'appliquer toujours les mêmes faces des plaques aux draps mouillés, et voici la méthode que j'employais pour éviter

les méprises. Je mettais les plaques des deux sortes par piles de 10, observant d'avoir toujours dans le même sens leurs faces qui devaient toucher le drap mouillé, je composais alors 50 groupes ayant l'*argent* au dessus, pour la pile A, et 50 autres ayant le *zinc* au dessus, pour la pile B, les rangeant les uns auprès des autres sur ma table; de sorte que je voyais d'un coup-d'œil si tout était dans l'ordre nécessaire; et les pressant alors deux à deux, j'avais bientôt monté les deux piles sans possibilité de méprise.

503. La première fois que je vis ces groupes ainsi rangés les uns auprès des autres, je trouvais quelque chose de frappant pour l'imagination, que, quoique je pusse poser ma main sur eux sans rien éprouver, ils me donneraient une forte secousse dès qu'ils seraient assemblés en pile. Cette secousse devait cependant résulter de la somme d'effets qui se passaient déja dans chaque groupe, et en me retraçant la manière dont ces effets s'additionnent, il me vint à l'esprit qu'un moyen direct de découvrir s'il y avait alors une *augmentation* de *fluide électrique*, était de monter une *pile* où les *groupes* fussent placés alternativement en sens inverse, puisque cela ne devrait pas l'empêcher de se manifester. Je n'avais pas en vue la totalité de l'effet; les raisons alléguées dans la première

PARTIE prouvent suffisamment qu'il ne peut être attribué à cette cause ; mais je savais, et on le verra par les expériences suivantes, que dans la *pile* isolée, le côté de l'*argent* est d'ordinaire plus *positif* que celui du *zinc* n'est *négatif* ; ce qui semblerait indiquer qu'en tout la *pile* est un peu *positive*, et c'est cette apparence que je voulus analyser.

EXPÉRIENCE XII.

Je montai une *pile* de 50 *groupes*, en plaçant alternativement les *métaux* en sens inverse, de sorte que 25 *groupes* avaient l'*argent* à la partie supérieure, et 25 y avaient le *zinc* : il ne se manifesta aucun effet, pas même par le *condensateur*.

504. Il est donc certain que l'opération galvanique ne produit point de nouveau *fluide électrique*, et n'en accumule point d'étranger. Il semble donc que l'excès *positif*, très-souvent manifesté par la *pile*, provient de ce que, dans son intérieur, l'effet de l'état *négatif* du *zinc* éprouve plus d'obstacle à passer de groupe à groupe, que celui de l'état *positif* de l'*argent*. Ces états opposés se produisaient indubitablement dans les *groupes* de l'expérience précédente ; mais ils ne pouvaient se communiquer

aux extrémités de la *pile*, parce qu'alternant également dans les deux sens, ils se compensaient mutuellement. On verra dans la suite une autre preuve que l'état total de la *pile* ne change pas, en ce que la *somme* des *divergences* étant transportée à un seul côté, quand le côté opposé communique avec le *sol*, elle est aussi grande au côté *négatif* qu'au côté *positif*.

505. En commençant ces nouvelles expériences avec des plaques neuves, je voulus essayer de déterminer l'effet de mon *condensateur*; ce que je n'attendais pas de pouvoir faire avec beaucoup de régularité, vu la petitesse des effets et tous les obstacles à l'exactitude. Il s'agissait de rendre sensible à l'*électroscope* par le *condensateur*, l'effet d'un seul *groupe*, et de chercher ensuite combien il faudrait de *groupes* pour produire, sans l'assistance du *condensateur*, le même effet observé.

EXPÉRIENCE XIII.

Je posai sur l'armure inférieure d'une de mes montures, 1 *groupe* ayant l'*argent* au dessus : j'élevai la monture de manière que le *conducteur* étant placé auprès d'elle à deux pouces de distance, son *disque* supérieur fût au niveau de la plaque d'*argent*, l'*électroscope* étant placé

auprès, de sorte qu'en soulevant ce *disque*, il venait toucher le bas du conducteur *t, v*, planche XV. J'établissais la communication du *disque* avec la plaque d'*argent* du *groupe*, par un fil de laiton bien *net*, posé sur l'un et l'autre ; et pour l'enlever, je le chassais avec une baguette de verre. Quant aux autres communications, je commençai par en établir une entre le *disque* inférieur du *condensateur*, et la plaque de *zinc* du *groupe* ; mais je ne pus obtenir par ce moyen aucun effet sensible à l'*électroscope*.

506. Je pensai que le *disque* inférieur du *condensateur* ne perdait pas assez de *fluide électrique* avec le *zinc* du *groupe* ; et que, pour augmenter sa perte, il fallait le mettre en communication avec le *sol*, et alors mettre aussi la plaque de *zinc* en communication avec le *sol*, pour fournir plus de *fluide* au *groupe*.

EXPÉRIENCE XIV.

Ayant d'abord produit ces communications par des fils métalliques reposants sur la table, j'aperçus quelque mouvement dans l'*électroscope* au contact du *disque* ; et pour avoir de meilleures communications avec le *sol*, je pris des cuillers d'argent dans mes mains mouillées, et je touchai avec leurs manches, tant le *disque*

que la plaque de *zinc*; après une *minute* de ce double contact, je chassai le fil de communication de l'*argent* avec le *disque* supérieur du *condensateur*, et je portai celui-ci à l'*électroscope*, où il produisit une *divergence* d'$\frac{1}{3}$ de ligne; ce que je répétai plusieurs fois.

507. Je dois prévenir que, [illegible] ces expériences délicates, il faut s'assurer que les *lames d'or* de l'*électroscope* n'adhèrent point ensemble par le bas, ce qui arrive quelquefois. Pour cet effet, il faut présenter au-dessus, de loin, un bâton de cire un peu frotté; on reconnaît qu'elles adhèrent, quand elles se séparent dans leur longueur, sans se quitter par le bas : alors, en approchant davantage le bâton de cire, on les oblige à se séparer, et elles demeurent libres pour quelque temps.

508. En répétant cette expérience, dans une autre occasion où j'avais des plaques neuves, outre sa vérification, je voulus essayer l'effet du *sel* joint à l'*eau*. Dans la première construction de la *pile*, on ne mouillait les pièces de carton, ou de drap, qu'avec de l'*eau* pure; dans la suite, on y a fait dissoudre divers *sels*, qui ont augmenté l'effet : or, je voulais savoir si ces *sels* produisaient un plus grand effet *direct*, ou si seulement leur *acide* portant plus avant la *calcination* des *métaux*, prolongeait ainsi l'action

de la *pile*, avant qu'on fût obligé de renouveler la surface *métallique*. Je fis, pour cet effet, l'expérience suivante :

EXPÉRIENCE XV.

Je formai un *groupe* avec des plaques neuves d'*argent* et de *zinc*, les séparant par une pièce de drap, mouillée d'*eau* pure, et je répétai l'expérience précédente. Après une minute des contacts, le *disque* du *condensateur*, porté à l'*électroscope*, y produisit la même divergence d'un tiers de ligne, autant que je pus en juger à l'œil. Ayant répété quelques fois cette expérience, je trouvai la surface du *zinc* un peu *ternie* dans la partie que le drap avait touchée.

EXPÉRIENCE XVI.

Je renouvelai la surface du *zinc*; et ayant répété la même expérience avec de l'*eau* saturée de *sel marin*, je ne trouvai aucune différence dans l'effet. Ainsi l'avantage qu'on trouve dans l'emploi de l'*eau salée*, ne provient pas d'un plus grand effet direct, mais probablement de plus de durée du même effet, sans qu'on soit obligé de renouveler la surface *métallique* des plaques.

509. Je reviens au premier but de cette expérience, celui de lui comparer les effets de l'augmentation du nombre des *groupes*, en joignant aux effets *électroscopiques*, ceux qui ont lieu dans l'*appareil à gaz*. Je préparai pour cela un petit appareil de cette espèce, avec des fils d'argent bien nets et de l'eau bien claire, et je le suspendis de manière que je pouvais aisément mettre son fil inférieur en communication avec l'armure sur laquelle reposait le *zinc* du premier *groupe*, et le fil supérieur avec l'*argent*, tant de ce *groupe* que du dernier de ceux qui suivirent.

EXPÉRIENCE XVII.

Je n'aperçus aucun effet dans l'*appareil à gaz* avec 1 *groupe* : en ayant placé 2, la *divergence* augmenta dans l'*électroscope* par le *condensateur*; et, quant à l'*appareil à gaz*, il s'écoula quelques minutes avant que j'y aperçusse aucun effet; mais enfin je vis se former à l'extrémité du fil supérieur, communiquant avec l'argent, une petite pelotte de chaux, qui descendit jusqu'au fond du tube, et y grossit, laissant après elle un filament très-mince; mais je n'aperçus point de *gaz inflammable* à l'autre fil. Au troisième *groupe*, avec plus d'effet du *condensateur* sur l'*électroscope*, et plus de *chaux* dans

l'*appareil à gaz*, il commença de paraître un peu d'*air inflammable* au fil inférieur. Ces divers effets allèrent en augmentant par les quatrième et cinquième *groupes*.

510. Je cessai alors les expériences graduelles, n'ayant plus en vue que le nombre des *groupes* nécessaires pour que l'*électroscope* fut *immédiatement*, ou sans le *condensateur*, affecté par la *pile* au côté de l'*argent*, celui du *zinc* communiquant toujours avec le *sol* par la cuiller d'argent tenue dans ma main mouillée.

EXPÉRIENCE XVIII.

Je ne commençai à apercevoir de l'effet que lorsque j'eus empilé vingt *groupes*, et à trente, la divergence immédiate de l'*électroscope* fut d'un tiers de ligne, comme je l'avais trouvée par le *condensateur* avec un *groupe*.

511. D'après cette expérience, les degrés d'*électrisation*, indiqués par le *condensateur*, seraient des *trentièmes* des degrés immédiatement indiqués par l'*électroscope*; mais j'ai déjà dit que ce ne peut pas être une détermination bien exacte, parce que trop de causes occasionnent des anomalies; je crois surtout que dans l'expérience sur un *groupe* il doit y avoir eu quelque dissipation de fluide: car on a vu, dans

le Traité précédent, que, par de plus grands degrés d'électrisation, l'augmentation avait été de quarante à cinquante fois, par un *condensateur*, dont la surface était beaucoup moindre : il est vrai que le *fluide électrique* était alors dans son état *ordinaire ;* ce qui peut produire quelque différence. Mais cette détermination est suffisante pour que, dans la suite, on puisse juger par-là combien est petite la quantité de *fluide électrique* qui produit néanmoins de si grands effets dans la *pile ;* ce qui est une des circonstances les plus importantes à considérer dans ces phénomènes. On peut voir aussi, dans cette expérience, la confirmation de ce que j'ai dit au § 498, qu'il faut un certain *temps*, pour que l'équilibre de *force expansive* du *fluide électrique* soit rétabli par l'opération *galvanique*, quand un corps étranger vient la détruire, puisqu'il fallait une *minute*, pour que le côté de l'*argent* du *groupe* parvînt, après l'application du *condensateur*, à l'état où il devait se trouver comparativement au *zinc ;* ce qui exclut l'augmentation de *rapidité*, par laquelle quelques physiciens ont voulu suppléer à ce qui paraît très-évidemment de la petite quantité du *fluide*.

512. Quand les deux *piles* étaient montées pour les autres expériences, je les éprouvais séparément avec l'*électroscope*, pour reconnaître

si elles étaient en bon état; et j'ai dit au § 488, que, pour faire communiquer alors l'*électroscope* avec leur *armure* inférieure, j'ajoutais à son *conducteur* un fil métallique courbé par le bas. Cette première expérience était d'abord nécessaire pour connaître l'état de chacune des deux *piles*, et elle servait ensuite à montrer comment se faisait le passage de leurs états opposés, dans une seule *pile* formée par leur réunion; ce qu'on verra confirmer la théorie établie ci-dessus. J'ai dit au § 482, que je réunissais les deux *piles* simples par le bas, afin que les deux extrémités de la *pile* totale se trouvassent en haut à la même hauteur; et que, pour cet effet, elles étaient montées dans les ordres inverses, quant à la position de l'*argent* et du *zinc* dans les *groupes*.

513. Les premiers effets *électroscopiques* aux deux extrémités de chaque *pile*, dépendaient de la dernière de ses parties que j'avais touchée; tantôt les *divergences* étaient égales aux deux extrémités, et quelquefois même la *divergence* du côté *négatif* était plus grande que celle du côté *positif*; mais le plus souvent la divergence *positive* l'emportait sur l'autre : c'est cet état qui est *naturel* à la *pile*, quoiqu'on ait vu, par l'expérience XII, que ce n'est pas un état *positif* de l'ensemble; et l'on conçoit d'ailleurs que

si cela était, on le ferait cesser, en *touchant* la *pile* en quelque point que ce fût : or, quoiqu'on fasse changer le rapport des *divergences*, en *touchant* l'une ou l'autre des *extrémités*, on n'y produit aucun effet, quand on la touche dans le *milieu*, comme on le verra bientôt.

514. Lorsqu'à la première observation, je trouvais la divergence *négative*, supérieure ou égale à la divergence *positive*, je *touchais* l'extrémité du *zinc* avec le manche d'une cuiller d'argent, tenue dans ma main mouillée; ce qui faisait passer toute la *divergence* au côté *positif*, ou de l'*argent*; le contact cessé, la *pile* arrivait au bout d'une minute à son état, que j'ai nommé *naturel*, c'est-à-dire, plus de divergence *positive* que de divergence *négative*, dans un certain rapport. Je pouvais faire aussi passer toute la *divergence* au côté *négatif* ou du *zinc*, en *touchant* le côté de l'*argent*; mais l'état *naturel* demeurait beaucoup plus long-temps à se produire, et quelquefois même la *divergence* demeurait égale aux deux côtés, jusqu'à ce que j'eusse touché celui du *zinc*. Ainsi, lorsque je voulais faire des expériences sur les *piles* dans leur état *naturel*, je le produisais toujours par un *contact* au côté du *zinc*.

515. Quand mes deux *piles* séparées étaient dans cet état, j'observais l'*électroscope* à leurs

deux extrémités; et voici comment je les trouvais, toujours sensiblement.

EXPÉRIENCE XIX.

Pile A, *argent* en haut, $\frac{3}{4}$ de ligne;
Zinc, en bas, $\frac{1}{4}$ de ligne.
Pile B, *argent* en bas, $\frac{1}{2}$ ligne;
Zinc, en haut, $\frac{1}{4}$ de ligne.

On voit que l'effet de 50 *groupes* est beaucoup plus, qu'en proportion de celui de 30 *groupes*, § 510 : car ici il faut prendre la somme des divergences aux extrémités opposées, puisque dans l'autre expérience, l'une des extrémités communiquait avec le *sol* : peut-être que plus de pression sur les *groupes* par leur nombre, agrandit les effets : je n'en ai pas fait l'épreuve.

516. J'ai toujours trouvé la différence qu'on voit au côté de l'*argent* entre les deux *piles*; c'est-à-dire que la *divergence* était moindre dans la *pile* où l'*argent* se trouvait *en bas*, que dans l'autre, quoique je changeasse les arrangements des *groupes* dans les mêmes montures : peut-être que, malgré l'*isolement* de deux pouces par la cire, l'*argent* de la *pile* A perdait un peu de *fluide* dans le *sol*, ou le *zinc* de la *pile* B en recevait. Mais ces différences disparaissaient, quand les *piles* étaient réunies par leurs *armures* inférieures; parce que ce point devenant le *mi-*

lieu de la *pile totale*, la communication avec le *sol*, même direct, n'y a plus d'influence.

517. J'ai dit, au § 484, que pour établir la communication entre les deux *piles*, je posais une *baguette* de laiton sur leurs *armures* inférieures, en tenant bien *nettes* les parties par lesquelles elles se touchaient; mais pour pouvoir observer directement l'agrandissement des *divergences* aux deux nouvelles *extrémités*, il ne fallait pas que je posasse la *baguette* avec les *doigts*; car, quelque précaution qu'on prenne, un côté touche avant l'autre, et c'est un *contact partiel* qui dérange l'ordre des *divergences*. Pour prévenir cet effet, j'avais une baguette semblable à celle-là, mais suspendue par des *soies*, que je posais par elles sur les *armures*; alors je pouvais, sans produire aucun changement, poser celle qui devait demeurer, et enlever l'autre, qui me servait dans une autre occasion. Voici la manière dont les *divergences* se changent :

EXPÉRIENCE XX.

Avant que d'avoir posé la *baguette* :
Pile A, *argent* $\frac{3}{4}$ de lig. ; *Zinc* $\frac{1}{4}$ de lig.
Pile B, ... $\frac{1}{2}$ ..... $\frac{1}{4}$

1 $\frac{1}{4}$ de lig. *posit.* $\frac{1}{2}$ lig. *négat.*

Aux

Aux nouvelles *extrémités*, après avoir posé la *baguette* :

Argent, 1 $\frac{1}{4}$ lig. *posit.* *Zinc*, $\frac{3}{4}$ lig. *nég.*

Le résultat était toujours sensiblement le même; et toujours aussi je trouvais la même augmentation d'$\frac{1}{4}$ de ligne dans l'état *négatif*, par la réunion de ces deux *piles*.

518. L'état des *divergences* m'apprenait si la *pile* avait la même activité chaque fois que je la remontais; et par les moyens que j'ai indiqués, je demeurais long-temps sans y apercevoir de changement; lorsqu'il y en avait, je faisais une plus grande réparation aux plaques. Quand j'éprouvais les *secousses*, qui étaient très-fortes, il me semblait qu'elles l'étaient davantage, lorsque je posais d'abord une cuiller sur l'*armure* du *zinc*, que lorsque je faisais le premier contact sur celle de l'*argent* : par ce dernier ordre d'attouchements, je changeais pour assez long-temps le rapport des *divergences*, au lieu que par le premier il se conservait.

EXPÉRIENCE XXI.

Éprouvé la *secousse*, en portant d'abord une cuiller sur le côté du *zinc*, puis l'autre sur le côté de l'*argent*; les *divergences* demeurent sensiblement :

Argent, 1 lig. $\frac{1}{4}$ *posit.* *Zinc*, $\frac{3}{4}$ lig. *égal.*

Éprouvé la *secousse* dans le sens inverse :

Argent, $\frac{1}{4}$ lig. *posit.* *Zinc*, 1 lig. *négat.*

L'*attouchement* de la *baguette* de communication ne change ni l'état moyen $\frac{1}{4}$ de ligne *positif* du premier cas, ni l'état moyen $\frac{1}{4}$ de ligne *négatif* du dernier. Ainsi le *sol* n'a aucune influence sur le *milieu* de la *pile*, et il n'a pas même l'effet de prévenir une réparation plus *lente* de son état *naturel* dans le dernier cas, que dans le premier.

Ces détails sur la formation de la *pile*, employée dans les expériences qui feront l'objet de la Partie suivante, prépareront les conséquences que j'en tirerai.

TROISIÈME PARTIE.

Détermination des phénomènes de la PILE GALVANIQUE.

SECTION PREMIÈRE.

Preuves et détermination de la petite quantité de FLUIDE ÉLECTRIQUE *qui circule dans cette* PILE.

519. Les expériences précédentes ont déja fait apercevoir combien est petite la quantité du *fluide électrique* qui *circule* dans la *pile ;* mais je m'y arrêterai plus particulièrement ici. On peut aussi, dans la nouvelle *pile,* faire passer toute la *divergence* à un seul côté, en mettant l'autre en communication avec le *sol* par un contact un peu continué, et alors le somme des *divergences* augmente d'un quart de ligne,

EXPÉRIENCE XXII.

Touché le côté de l'*argent*.....

Divergence au côté du *zinc*, 2 $\frac{1}{4}$ lig. *négat*...

Touché le côté du *zinc*.....

Divergence au côté de l'*argent*, 2 $\frac{1}{4}$ lig. *posit*...

Ici, comme dans les *piles* simples, l'état *naturel* se rétablit beaucoup plus lentement, quand le contact s'est fait au côté de l'*argent*.

520. Cette expérience détermine la *quantité* de *matière électrique* déplacée dans une *pile* de 100 *groupes*, tels que je les ai définis : c'est cette *quantité* qui produit la *circulation*, quand les deux *extrémités* de la *pile* communiquent l'une avec l'autre ; et c'est elle en particulier qui produit une forte *secousse* en nous, quand notre *corps* établit cette communication ; cependant je pouvais à peine frotter assez peu un bâton de *cire*, pour qu'il ne produisît pas plus de divergence de l'*électroscope*. On avait conjecturé assez naturellement, qu'une plus grande *rapidité* du *fluide* compensait sa petite *quantité* ; mais cette idée a déja été écartée par le *temps* qu'exige l'accumulation de ce *fluide* sur le *condensateur* ; elle l'est encore par celui qui s'écoule pour le rétablissement de l'état *naturel*, quand un côté a été touché, même celui du *zinc* ;

et toutes les expériences suivantes confirmeront celles-là.

521. Le degré de *rapidité* du *fluide* est cependant suffisant pour faire cesser tout effet *électroscopique* aux extrémités de la *pile*, quand elles communiquent entre elles, par un conducteur *métallique*, les points de contact étant bien *nets*.

EXPÉRIENCE XXIII.

Pour établir cette communication, sans changer l'état *naturel* de la *pile*, j'employais la *baguette* suspendue par des *soies*, dont j'ai parlé au § 517; et aussitôt qu'elle reposait sur les deux *armures*, tout signe *électroscopique* cessait à l'un et à l'autre côté, même par le *condensateur*.

522. La *circulation* du *fluide*, d'un côté à l'autre de la *pile*, est donc trop prompte par un bon *conducteur*, pour qu'il puisse demeurer aucune *accumulation* sensible de *matière électrique* au côté de l'*argent*, ni *privation* sensible au côté du *zinc*, et tout signe de *circulation* s'efface par-là.

EXPÉRIENCE XXIV.

J'accrochais alors, toujours par une *soie*, au milieu de la *baguette*, un fil métallique, auquel j'appliquais le *condensateur*, et celui-ci ne produisait non plus aucun effet sur l'*électroscope*. Ainsi l'état *électrique* de la *pile* ne pouvait être distingué de celui de l'*air* et du *sol*; et cependant, dès que la *baguette* était enlevée par ses *soies*, et avec le *temps* nécessaire, les mêmes *divergences* se rétablissaient, c'est-à-dire, la même supériorité de l'état *positif* du côté de l'*argent*, sur l'état *négatif* du côté du *zinc*.

523. Lorsqu'un seul côté de la *pile* communique avec le *sol*, la *divergence* totale ordinaire se transporte au côté opposé; et il ne reste aucun signe *électroscopique*, même par le *condensateur*, à celui avec lequel cette communication est établie, quelle que soit la *lenteur* du *conducteur*. Mais si les deux côtés de la *pile* communiquent à la fois avec le *sol*, on ne peut pas faire cesser tout *résidu* de signes *électroscopiques*, et ils augmentent à proportion de la *lenteur* des *conducteurs*.

524. J'aperçus ces différences en mettant les côtés de la *pile* en communication avec la *table* sur laquelle j'opérais. Cette *table* avait probablement été cirée; mais comme elle était vieille

et peu soignée, il n'y avait plus de cire à l'extérieur, et seulement sans doute il en restait dans ses pores, plus ou moins en différentes parties; or il y avait des changements sensibles dans l'*électroscope*, suivant celles de ces parties sur lesquelles reposaient les pieds des baguettes de *laiton* *z*, *z*, pl. XV, qui faisaient communiquer les *armures* avec elle. Ces différences m'ayant paru importantes, je pensai à les agrandir en augmentant les différences d'état de la *table*. Pour cet effet d'abord, je la mouillais dans un espace d'environ deux pouces de diamètre, de part et d'autre de la *pile*; et je fixais aussi de chaque côté des petites boîtes de laiton, auxquelles je pouvais accrocher l'un ou l'autre de deux fils métalliques, dont l'un partait d'un fer planté dans le mur de ma chambre, et l'autre communiquait au fil métallique d'une sonnette qui allait aboutir à une cour humide. Les baguettes *z*, *z* étaient assez longues pour qu'en portant leurs pieds sur ces différentes parties de la *table*, elles n'abandonnassent pas les *armures*. Quand je voulais suivre les mouvements de l'*électroscope*, dans ses changements de communication avec le *sol*, je faisais mouvoir les *baguettes* conductrices, sur la *table*, avec des baguettes de verre vernissé. Voici les expériences.

EXPÉRIENCE XXV.

Lorsque je ne plaçais la *baguette* conductrice qu'à l'un ou l'autre des côtés de la *pile*, les parties de la *table* sur lesquelles reposait son pied étaient indifférentes; la *divergence* totale était toujours transportée au côté opposé, au même degré que dans l'expérience XXII, et l'*électrocope* ne donnait aucun signe, même par par le *condensateur*, au côté qui communiquait avec la *table*.

525. Ce phénomène, comparé à ceux qui suivront, est important à deux égards. Il fournit d'abord une nouvelle preuve de ce que le *fluide* de la *pile* est le *fluide électrique*, puisque les communications avec le *sol* modifient ses opérations. Le *sol* supplée à ce que perd le *zinc* quand il communique avec lui; et quand c'est l'*argent* qui lui communique, ce côté y perd tout ce qu'il enlève à celui du *zinc*. Dans le premier cas, toute la *différence* que peut produire l'opération de la *pile* entre ses deux côtés, est en *excès* sur les plaques d'*argent*, et l'*électroscope* le partage avec toutes; et quand ce sont celles-ci qui communiquent avec le *sol* par leur dernière, ne pouvant retenir aucun *excès* de *fluide* sur celui-ci, la *différence* que l'opération

galvanique tend à produire dans les *groupes*, devient *défaut* sur les plaques de *zinc*, et l'*électroscope* le partage avec elles.

526. L'autre considération à laquelle conduit ce phénomène, comparé aux suivants, manifeste clairement la marche de l'opération *galvanique*. Pourquoi les différentes parties de la *table* influent-elles sensiblement, comme je l'ai annoncé, sur les signes *électroscopiques*, quand les deux *côtés* de la *pile* sont mis à la fois en communication avec elle, quoique ces différences n'aient aucun effet quand un seul *côté* lui communique ? Voici la solution fournie par la *théorie* elle-même, et les expériences que je rapporterai en seront ainsi une nouvelle preuve. J'ai déja fait remarquer, d'après plusieurs phénomènes, qu'il fallait un certain *temps* pour que l'opération de la *pile* produisît entre ses deux *côtés* la *différence* dans la quantité de *matière électrique* qu'elle tend à produire ; ce qui est ici le grand objet *physique*. Quand un seul des *côtés* communique avec le *sol*, il devient indifférent à l'effet *final*, le seul qu'on puisse observer immédiatement, que le cours du *fluide* soit plus ou moins *rallenti* ; la *différence* complette qui doit être entre les deux *côtés*, s'établit au *côté* opposé à celui qui communique avec le *sol*, et c'est cette *différence* que nous

observons en *plus* d'un côté ou en *moins* de l'autre, comparativement à l'*air* et au *sol*. Mais quand les deux *côtés* communiquent à la fois avec le *sol*, si celui-ci ne détruit pas sans cesse *instantanément* la *différence* que l'opération *galvanique* tend à produire entre eux, elle l'emporte sur lui, et il doit y avoir un *résidu* d'effet, ou des deux *côtés*, ou à l'un des *côtés* de la *pile;* et ce *résidu* sera plus ou moins grand, suivant que les *communications* avec le *sol* seront plus ou moins *lentes*. Telle est la *théorie*, et les expériences suivantes prouveront que c'est ainsi que les choses se passent.

527. Mes expériences de ce genre ont été très-nombreuses, toujours avec les mêmes résultats généraux; mais comme ils dépendaient de la faculté plus ou moins *conductrice* des parties de la *table*, et même de la *pile*, et tenaient ainsi à des causes inobservables, les mêmes circonstances *sensibles* ne produisaient pas toujours exactement les mêmes effets. C'est pourquoi je me bornerai à rapporter ici sous chaque numéro d'*expérience*, les résultats moyens de celles de même espèce.

EXPÉRIENCE XXVI.

Le *résidu* d'effet *électroscopique* était le plus grand, quand les deux *baguettes*, appuyées aux *côtés* de la *pile*, avaient leurs pieds sur des parties *sèches* de la *table*; et c'est aussi le cas dans lequel se trouvait le plus de différence entre les deux *côtés*, suivant les parties de la *table* de même apparence, sur lesquelles reposaient les *pieds* des *baguettes*. Cette *communication* des *côtés* avec le *sol*, diminuait environ de *moitié* la *somme* des *divergences* qui avaient lieu sans *communication*; et quoique je trouvasse quelques différences dans ce rapport d'un jour à un autre, le même rapport se conservait dans un même jour, de quelque manière que la *divergence* totale se partageât entre les *côtés*, suivant que les *pieds* des *baguettes* se trouvaient respectivement situés : ce que le côté *positif* perdait dans quelqu'un de leurs mouvements, le côté *négatif* le gagnait, et réciproquement. Je prendrai pour exemple un jour où la *somme* des *divergences* était $1\frac{1}{8}$ ligne, *moitié* de celle qui avait lieu sans *communication*. Or, en faisant parcourir, avec les baguettes de verre, différentes parties de la table *sèche* par le *pied* d'une des *baguettes* de laiton, je

pouvais bien réduire jusqu'à $\frac{1}{8}$ de ligne la *divergence* à l'un des *côtés*, celui de cette *baguette* ou l'autre ; mais alors elle était d'une ligne au *côté* opposé. Ainsi, suivant le *côté* où le *sol* compensait le plus *tôt* l'opération de la *pile*, soit l'*argent*, soit le *zinc*, là se trouvait la moindre *divergence* ; mais, quoiqu'en remarquant ces places à chaque côté de la *pile*, j'y amenasse à la-fois les *pieds* des *baguettes*, il n'en résultait pas de diminution sensible dans la somme des *divergences* ; seulement elles se partageaient plus également.

528. C'est donc là une preuve évidente de ce *renouvellement* constant de l'*opération* qui constitue ma *théorie*. L'effet de la *lenteur* des *conducteurs* ne serait pas aperçu, s'il s'agissait d'un corps qui seulement eût *reçu*, ou auquel on eût *ôté* du *fluide électrique* ; l'équilibre avec le *sol* serait toujours assez *tôt* rétabli, pour qu'on n'aperçût pas ces différences. Mais dans la *pile*, si la cause qui agit pour enlever de la *matière électrique* au côté du *zinc*, et en porter à l'*argent*, opère plus *tôt* que le *sol* ne peut compenser ses effets, ou d'un *côté* ou de l'autre, même comparativement, il doit y avoir certains *résidus* d'effets *électroscopiques*. Et ici encore se manifeste la *succession* sensible des effets de cette *opération* ; car le *résidu*, à chaque

changement, ne se fixe qu'après un *temps* perceptible : par conséquent, dans la *circulation*, qui est l'effet d'une rupture continuée de l'*équilibre*, le FLUIDE ne saurait avoir une plus grande *rapidité* que le *fluide électrique* commun.

529. La plus grande partie de ce *résidu*, et de la différence de sa répartition aux deux *côtés* de la *pile*, cessaient, lorsque les *pieds* des *baguettes* reposaient sur des parties de la *table*, dont j'avais changé l'état pour les rendre plus *conductrices*.

EXPÉRIENCE XXVII.

Quand les *pieds* des deux *baguettes* reposaient en même temps sur les parties *mouillées* de la *table*, la diminution des *divergences* était beaucoup plus grande : quelquefois elles se partageaient aux deux *côtés* ; et quand il n'y en avait qu'à un seul, l'un ou l'autre, elle était de $\frac{1}{3}$ ligne ; mais le côté opposé en produisait aussi un peu d'ordinaire par le *condensateur*, appliqué d'abord au bas du conducteur x de l'*armure*, puis porté à l'*électroscope*.

EXPÉRIENCE XXVIII.

Quand les *baguettes* avaient leur *pied* dans les petites *boîtes de laiton* fixées sur la *table*, je ne remarquais pas de différence bien sensible, dans l'effet, soit que ces boîtes communiquassent au *mur* de la chambre, ou au *fil* de la sonnette prolongé jusqu'à la cour; les *divergences* étaient plus diminuées que dans le cas précédent, et quelquefois il n'y en avait point d'immédiatement sensible; mais les conducteurs *x* en faisaient toujours paraître par le *condensateur*.

J'ai beaucoup abrégé le récit de ces expériences, parce que les détails étaient ici inutiles; mais ils ne l'ont pas été pour moi, qui ne voulais rien avancer sur de premières apparences, sur des *aperçus*, comme on les appelle, qui sont souvent trompeurs. Quand on veut sureté, il faut, pour me servir d'un figure, *battre tous les buissons*. C'est ce que j'ai fait dans ces expériences, en associant différentes parties plus ou moins *conductrices* de la *table*, dans les *communications* simultanées des côtés de la *pile* avec le *sol*, et les résultats étaient toujours conformes à la *théorie*. J'ajouterai, que je ne vois point de moyen plus direct d'éprouver les degrés de faculté *conductrice* des différents

corps, que de les faire communiquer en même temps, à quelque masse *métallique* conduisant au vrai *sol*, et à l'un des *côtés* d'une *pile* portant un *électroscope*; car, suivant qu'il modifiera les *divergences*, on pourra juger de sa faculté *conductrice*.

Ces expériences serviront maintenant de boussole, à l'égard des effets qui ont lieu dans le passage du *fluide* d'un *côté* à l'autre de la *pile*, par des conducteurs *interrompus*, parce que ces *interruptions* occasionnant des retardements du *fluide*, il y a aussi des *résidus* de *divergences*, et leurs différences fournissent des indices de ce qui se passe dans la *pile*. Je commencerai par suivre ces *résidus* dans les opérations de l'*appareil à gaz*, qui seront l'objet de la section suivante.

SECTION II.

Expériences sur le passage du FLUIDE ÉLECTRIQUE *d'un côté à l'autre de la* PILE *au travers de l'*APPAREIL A GAZ.

530. ENTRE les phénomènes de la *pile*, celui qui peut le mieux conduire à déterminer la *modification* qu'y éprouve le *fluide électrique*, est celui qui a lieu dans l'*appareil à gaz* : les autres phénomènes, l'*inflammation* et les *secousses*, dépendent sans doute de la même *modification*; mais ils sont trop soudains, pour qu'on puisse aisément y découvrir les degrés de *densité* du *fluide* qui les opère. Au lieu que durant l'opération dans l'*appareil à gaz*, on aperçoit constamment la marche du *fluide* par l'observation de l'*électroscope*. Les indications immédiates de cet instrument ne sont, il est vrai, que celles des degrés de *retardement* qu'éprouve le *fluide* en diverses circonstances ; mais on peut aisément en conclure sa *quantité*; et c'est par la réunion de ces circonstances, qu'on peut déterminer généralement la *nature* de la *modification* qu'il éprouve.

531.

531. Dans ce plan d'analyse, je commençai par des expériences sur les *retardements* produits dans la *circulation* du *fluide*, par l'interposition des différentes parties dont un *appareil à gaz* est composé. Voici les principales.

532. Je préparai deux *tubes* de verre remplis d'*eau*, contenue par des bouchons de *liége*, et j'y mis les *fils métalliques* à crochets pour les communications; mais je fis seulement entrer ces *fils* dans le *liége*, sans qu'ils le dépassassent en dedans du *tube*.

EXPÉRIENCE XXIX.

Je suspendis un de ces *tubes* au *côté* de l'*argent*; et au lieu d'un autre *tube* semblable, comme on le voit dans la planche XV, pour faire communiquer celui-là avec le côté du *zinc*, j'employai un fil métallique. Cette communication, d'un côté à l'autre de la *pile*, était assez *lente* pour que je n'aperçusse aucun changement dans l'*électroscope*, à l'un ni à l'autre des *côtés*.

(Je préviens dès ici, que, pour ne point changer par l'*attouchement* de mes *doigts*, l'état *naturel* de la *pile*, dans les *suspensions* et autres changements dont il s'agira, j'opérais toujours avec des baguettes de verre vernissé, terminées en crochets.)

533. L'expérience précédente manifeste encore

la propriété distinctive de la *pile* : si, au lieu de ses *côtés*, deux corps *isolés* se trouvaient dans les mêmes états électriques, et qu'on établît entre eux une communication telle que celle-là, sa *lenteur* n'empêcherait pas que le *fluide* ne s'y mît en équilibre; mais la *lenteur* comparative de son passage d'un *côté* à l'autre de la *pile*, suffit pour donner à l'opération *galvanique* le temps de réparer au *côté* de l'*argent*, le *fluide* qui en part, et de l'enlever au *côté* du *zinc* à mesure qu'il y arrive ; ainsi l'état des *côtés* ne change pas sensiblement : il passe cependant du *fluide* de l'un à l'autre, comme on le verra par une des expériences suivantes; mais l'opération intérieure fait disparaître cette quantité pour l'*électroscope*, quoique si sensible.

EXPÉRIENCE XXX.

Je suspendis l'autre *tube* au côté du *zinc*, réunissant leurs fils inférieurs par l'*anneau* de laiton *y*, planche XV : il n'en résulta encore aucun changement dans l'*électroscope*. Cet *anneau* étant une séparation *conductrice* entre les *tubes*, à laquelle, comme je l'ai dit au § 490, le *condensateur* pouvait être appliqué, j'avais là un point de division du *ralentissement* du *fluide* à son passage d'un *côté* à l'autre de la *pile*, qui le faisait apercevoir, quand la *quan-*

tité du *fluide* avait atteint un certain degré; elle n'y était pas arrivée dans cette expérience, parce qu'il n'y avait pas assez de *fluide* accumulé au côté de l'*argent*; pour vaincre sensiblement la résistance que lui opposait le *tube* ainsi composé; c'est pourquoi l'*anneau* ne donnait aucun signe *électroscopique*, même par le *condensateur*.

534. Pour augmenter, à l'égard de chacun des *tubes*, la rupture d'équilibre du *fluide*, je faisais passer toute la *divergence* à l'un des *côtés* de la *pile*, en touchant l'autre côté avec la cuiller d'argent tenue dans ma main mouillée, et alors l'*anneau* donnait des signes sensibles du *ralentissement* du *fluide* dans son cours.

EXPÉRIENCE XXXI.

La communication des *côtés* de la *pile* entre eux par les *tubes* ainsi constitués, n'empêchait pas que cet *attouchement* à l'un des côtés, ne produisît à l'autre côté la *divergence* totale de $2\frac{1}{4}$ lignes. Alors la tendance du *fluide* à passer dans les *tubes* était plus grande; et en voici les effets: Si le *fluide* était accumulé au côté de l'*argent*, il en passait un peu plus dans le *tube* de ce côté là, qui, étant *retardé* par le second *tube* dans son passage par l'*anneau*, rendait celui-ci un peu *positif*. Si toute la diffé-

rence entre les côtés de la *pile* était en *privation* du côté du *zinc*, celui-ci enlevait un peu plus de *fluide* au *tube* de son côté, et ce *tube* à l'*anneau*; et cette *privation* n'étant pas assez *tôt* réparée par l'autre *tube*, l'*anneau* restait un peu *négatif*.

EXPÉRIENCE XXXII.

Pour rendre les *tubes* plus *conducteurs*, je faisais passer un de leurs *fils* métalliques au travers du *liége* jusque bien avant dans l'*eau*. Ce changement produisait une petite diminution dans les *divergences* aux deux côtés de la *pile*, parce que le passage du *fluide* dans les *tubes* était plus libre; alors il était toujours sensible dans l'*anneau*, à cause du retardement qu'il éprouvait dans le *tube* qui, de ce point, le conduisait au côté du *zinc*; ce qui rendait l'*anneau* sensiblement *positif*.

535. Ces expériences comparées entre elles me paraissent prouver clairement les deux propositions pour la vérification desquelles je les ai faites; savoir, que la *quantité* du *fluide électrique* qui est mise en circulation dans la *pile*, est *très-petite*, et qu'il n'y a point de compensation à cet égard par plus de *rapidité*, qu'il serait même difficile de concevoir. La *circulation* du *fluide* n'est déterminée que par une

rupture d'équilibre exprimée par une *divergence* de 2 $\frac{1}{4}$ lig. Dans un *électroscope* très-sensible, et sa *rapidité* est si petite, que de faibles obstacles suffisent pour *rallentir* son *cours*. Toutes les expériences que j'ai encore à rapporter, confirmeront ces conclusions sans que je les répète.

536. Dans les expériences précédentes, il n'y avait point de production, ni de *chaux* ni d'*air inflammable*, quoique dans la dernière, il n'y eût qu'une des *extrémités* des *fils métalliques* environnée de *liége*; le passage du *fluide* était encore trop *lent* pour produire ces effets. Je fis donc traverser ce *fil*; ce qui rendit le passage plus libre; de sorte qu'il demeura beaucoup moins de signes *électroscopiques* aux deux *côtés* de la *pile*; cependant il en resta toujours assez dans les expériences suivantes, pour ne pas perdre toute trace de la marche du *fluide*. Les premières de ces expériences eurent pour but d'examiner, si la différence de *distance* entre les extrémités des *fils*, produisait quelqu'effet sensible.

EXPÉRIENCE XXXIII.

Ayant fait arriver dans l'*eau* le second des *fils métalliques*, je laissai d'abord 4 pouces de distance entre leurs deux extrémités.

Avant d'appliquer ces *appareils* à la *pile*, toujours avec les crochets de verre, l'*électroscope* était à ses deux *côtés* :

Argent, 1 $\frac{1}{4}$ lig..... *zinc*, $\frac{3}{4}$ de lig.

Lorsque les *tubes* furent placés et réunis par l'*anneau* :

Argent, .. $\frac{1}{4}$ de lig..... *zinc*, o.

L'*anneau*, éprouvé par le *condensateur*, était fortement *positif*, à cause du *retardement* d'un courant plus rapide du *fluide* dans le second *tube*, par lequel il arrivait au côté du *zinc*, où cependant il détruisait toute *divergence* perceptible; et c'est du *retardement* dans les deux tubes que résultait un *résidu* au côté de l'*argent* qui y produisait une *divergence* d'$\frac{1}{4}$ de lig. *positive*; le côté du *zinc* conservant aussi un peu de son état *négatif*, perceptible par le *condensateur*.

Alors les *fils* par lesquels le *fluide* entrait dans l'*eau* de chaque *tube*, produisirent de la *chaux*, et ceux par lesquels il en sortait pour passer du premier au second *tube*, et de celui-ci au côté du *zinc*, produisirent du *gaz inflammable*. Je fixais particulièrement mon attention sur la quantité du *gaz*, celle de la *chaux* étant plus difficile à déterminer.

537. Après ces opérations, j'ôtai de la *pile*

les *appareils à gaz*, et j'y enfonçai les *fils* jusqu'à ne laisser qu'1 ligne de *distance* entre leurs extrémités, puis je les suspendis de la même manière.

EXPÉRIENCE XXXIV.

Avant l'application des *appareils*, les *divergences* étaient de nouveau :

Argent, 1 $\frac{1}{4}$ lig..... *zinc*, $\frac{3}{4}$ de lig.

Après qu'ils furent placés :

Argent, .. o..... *zinc*, o.

La *distance* entre les *fils* étant moindre, le *fluide* éprouvait moins de *retardement* dans l'*eau* elle-même ; mais je n'aperçus aucune différence dans la quantité de la production du *gaz*.

538. Quoique tout signe *électroscopique* eût cessé dans la dernière expérience par l'observation *immédiate*, le *fluide* y éprouvait encore quelque *retardement*, perceptible par le *condensateur*, de sorte qu'on pouvait encore y suivre sa marche ; et comme c'est ici le cas de plusieurs autres expériences, j'expliquerai, dès à présent, la manière d'observer, et celle dont j'exprimerai les observations.

539. Quand il n'y avait point de signe *immédiat* à un côté de la *pile*, j'en séparais l'*électros-*

cope, j'appliquais le *condensateur* au conducteur *x*, et je portais le *disque* du premier à l'*électroscope* de la manière expliquée au §. 488. J'exprimerai alors l'observation *immédiate* par o, et j'indiquerai la *divergence* par le *condensateur*, dont les *degrés*, suivant l'expérience XVIII et les remarques dont elle est accompagnée, deviendront au plus des quarantièmes de *degrés immédiats*. Quant à l'*anneau*, où je ne pouvais point faire d'observation immédiate, celles que j'indiquerai seront toujours par le *condensateur*. Voici ces expressions appliquées à l'expérience précédente :

Côté de l'*argent*, *immédiat* o, . par le *condens.*
..... 2 l. *posit.*
Du *zinc* :..... o, ... 2 l. *négat.*
Anneau..... o.

J'emploierai ces expressions dans toutes les expériences suivantes.

540. Ces petits *résidus* d'*électrisations* opposées aux deux *côtés* de la *pile*, peuvent passer entièrement, ou presque entièrement, à un seul *côté*, en mettant l'autre en communication avec le *sol*, comme lorsqu'il n'y a point d'*appareil à gaz*, et la communication simultanée avec le *sol* ne les détruit pas non plus entièrement. Ce sont là des expériences que j'ai faites nombre

de fois, à divers jours, pour m'assurer d'autant mieux de la marche du *fluide* dans la *pile* et les *appareils à gaz*, où je n'apercevais jamais des différences sensibles d'effets. Il y avait quelque variété dans les résultats *électroscopiques* des mêmes cas apparents; mais jamais des différences essentielles; j'en choisirai des exemples dans les cas moyens.

541. En faisant ainsi passer d'un seul *côté* de la *pile* le *résidu* de *différence* entre ses deux *côtés*, il augmente un peu, soit *négatif*, soit *positif*, comme il arrive de la *différence* totale quand il n'y a point d'*appareil à gaz*: il augmente davantage par la communication la plus *lente* avec le *sol*, et l'*anneau* se trouve toujours affecté dans le sens du plus grand *résidu*.

EXPÉRIENCE XXXV.

Placé la *baguette* de laiton *z*, *z*, au côté du *zinc*, son *pied* reposant sur une partie *sèche* de la *table*.

ARGENT, *immédiat.* $\frac{1}{4}$ de l. *positif.*
ZINC..... 0 .... par le *condens.*
..... 1 l. *négat.*
ANNEAU..... 2 l. *posit.*

Transporté la *baguette* au côté de l'*argent*,

son *pied* reposant aussi sur une partie *sèche* de la *table.*

ARGENT, *immédiat.* o. par le *condens.* o
ZINC..... $\frac{1}{4}$ de l. *nég.*
ANNEAU..... 2 l. *nég.*

542. Il y a donc une augmentation dans le *résidu* de la *différence* entre les deux *côtés* de la *pile*, par cette communication *lente* de l'un des deux avec le sol qui le transporte à un seul *côté ;* car la somme des deux *divergences* n'était auparavant que $\frac{4}{40} = \frac{1}{10}$ de ligne, et elle est devenue $\frac{1}{4}$ de ligne, tant *positive* que *négative ;* cependant il n'y avait point de changement perceptible dans l'*appareil à gaz*, par ces changements d'état de la *pile.*

543. Mais la *pile*, considérée en totalité dans la dernière expérience, était réduite à l'état *négatif ;* et c'est une première confirmation de ce que j'ai dit, comme développement de la *théorie*, que la quantité du *fluide* en circulation, n'est qu'une partie de celui de la *pile*, puisque sa quantité *absolue* est indifférente à cette circulation. On connaissait déja un phénomène qui a rapport à cet objet ; c'est qu'on ne change point l'opération dans l'*appareil à gaz*, en donnant beaucoup de *fluide* par le *premier conducteur* d'une machine électrique,

à la *pile* isolée, et c'était un autre *mystère*. Ici il commence à s'éclaircir; mais il était nécessaire, en vue de la *théorie*, d'éprouver jusqu'à quel point on pourrait au contraire diminuer la quantité absolue du *fluide*, sans nuire à sa *circulation galvanique*.

544. M. le professeur ERMAN, qui possède une machine électrique à deux grands plateaux, voulut bien m'assister pour cette expérience; et ce fut avec d'autant plus d'avantage, qu'il se trouvait alors, pour les siennes, avoir deux *piles* accouplées de 100 *groupes* chacune, fraîchement montées, et dans l'état d'*isolement*. Nous fîmes donc l'expérience suivante :

EXPÉRIENCE XXXVI.

Le *premier conducteur* de la machine ayant été mis en communication avec le *sol*, on fit communiquer son *frottoir* avec la *pile*, après avoir appliqué à celle-ci un *appareil à gaz*, dans lequel les opérations allaient grand train. Quelqu'un faisait mouvoir la machine par intervalles, et nous avions les yeux fixés sur la production du *gaz*. Or, nous ne pûmes y apercevoir aucune différence, soit que la machine fût en mouvement, et qu'alors la *pile* perdît tant de *fluide*, qu'elle tirait de fortes étincelles

de nos doigts, soit que la machine étant en repos, nous lui rendissions, en la touchant, le *fluide* qu'elle avait perdu.

545. Cette expérience confirme donc, sous une forme importante, ce qui avait déja paru jusqu'ici, savoir, qu'il n'y a que bien peu de *fluide électrique* mis en *circulation* par l'opération *galvanique;* et ici se lie ce que j'avais déja établi dans mon premier ouvrage sur ce sujet, et rappelé dans le Traité précédent, que le plus grand pouvoir d'une machine électrique pour *enlever* ce *fluide* à un corps par son *frottoir*, ne l'en prive pas entièrement; comme la plus basse *température* de l'atmosphère, aidée de nos moyens artificiels de *refroidissement*, n'enlève pas tout le *feu* à un corps, et que nous n'avons point encore de moyen de connaître les quantités respectivement restantes de ces *fluides*. La preuve en est directe, à l'égard du *fluide électrique*, par l'expérience précédente; puisque malgré le pouvoir d'une très-forte machine, il restait assez de ce *fluide* dans la *pile*, pour que la *circulation galvanique* n'éprouvât aucune diminution. J'avais déja conclu des expériences précédentes, que cette quantité ne pouvait être que très-petite, puisqu'elle ne peut résulter que de la *rupture d'équilibre* entre les deux côtés de la *pile* isolée, qui est très-petite

elle-même; et ici, avec la confirmation directe de cette conclusion, nous voyons de plus, que cette quantité est *fixe* dans une *pile* donnée, puisque le *frottoir* d'une machine électrique en communication avec elle, ne la *diminue* pas plus, que son *premier conducteur* ne l'*augmente*; ce que nous éprouvâmes aussi avec M. ERMAN.

546. On comprendra maintenant d'autant mieux les effets des différentes communications des *côtés* de la *pile* avec le *sol*, durant les opérations dans les *appareils à gaz*, quant aux *résidus* des différences entre ses deux *côtés*; et cette marche manifestera toujours mieux la cause d'un des caractères distinctifs de la *pile*, celui de produire ses effets sans *isolement*. Je dirai ici, en général, que quoique les différentes associations de ma *pile* avec le *sol* affectassent l'*électroscope* par les différences des *résidus*, elles ne produisaient aucune différence sensible dans les opérations des *appareils à gaz*, qui s'exécutent toujours par une même quantité de *fluide* dans la *pile* en bon état.

EXPÉRIENCE XXXVII.

Quand les *baguettes*, mises aux deux *côtés* de la *pile*, avaient leur *pied* sur des parties *sèches* de la *table*, si je les faisais passer sur

diverses de ces parties, les *résidus* de la *différence* entre les *côtés* de la *pile* éprouvaient les mêmes espèces de changements, qu'on a vu s'opérer sur toute la *différence* dans l'exp. XXVI : quelquefois le *résidu* se partageait, et diversement, d'autrefois il se portait sensiblement à un seul *côté ;* et alors la *divergence* était immédiatement d'$\frac{1}{8}$ de ligne : si elle se faisait au côté de l'*argent*, l'*anneau*, observé par le *condensateur*, était un peu *positif ;* si elle était au côté du *zinc*, l'*anneau* était un peu *négatif*.

547. Je passe sur les expériences faites avec les *pieds* des *baguettes*, reposants sur des parties *humides* de la *table*, ainsi que sur celles où, les *pieds* étant placés dans les *boîtes de laiton*, celles-ci communiquaient avec le *mur*, parce qu'elles différaient peu des suivantes.

EXPÉRIENCE XXXVIII.

La *baguette* du côté du *zinc*, communiquant avec la cour *humide*.

ARGENT, *imméd.* $\frac{1}{8}$ de lig. *posit.*
ZINC..... o ....par le *condens.* o.
ANNEAU..... fortement *positif.*

EXPÉRIENCE XXXIX.

La même communication avec le *sol*, placée au côté de l'*argent*.

ARGENT, *imméd.* o ....par le *condens.* o.
ZINC..... $\frac{1}{8}$ de lig. *négat.*
ANNEAU..... 2 lig. *négat.*

EXPÉRIENCE XL.

La même communication avec le *sol*, étant mise à-la-fois aux deux côtés de la *pile*, il n'y avait plus de *divergence* immédiate; mais quoique ce fût la meilleure *communication* que je pusse trouver, le *résidu* n'était pas entièrement détruit. Je donnerai pour exemple un cas où la *pile* se trouvait un peu *négative*.

ARGENT, *imméd.* o ....par le *condens.* o.
ZINC..... 3 lig. *nég.*
ANNEAU..... $\frac{1}{4}$ de lig. *nég.*

Il n'y avait point de différence, quant à la production du *gaz* dans les *appareils*.

548. On voit, par l'ensemble de ces expériences, que si la *matière électrique*, accumulée au côté de l'*argent* par l'opération *galvanique*, rencontre un *corps étranger*, par lequel elle puisse passer au côté du *zinc*, elle a plus de

tendance à prendre cette route, qu'à passer au *sol*, quoique cette dernière route lui soit aussi ouverte par un bon *conducteur* immédiat. C'est par cette raison que les opérations de la *pile* se font sans *isolement ;* car les modifications des *résidus* à ses *côtés*, et celles des indications de l'*anneau* entre les deux *appareils à gaz*, continuant d'indiquer que le *fluide* y *passe*, servent ici à montrer que l'influence du *sol* ne s'étend qu'à enlever le *fluide* superflu à ces opérations.

549. Cependant le *fluide* ne prend cette route des *appareils à gaz* par préférence au *sol*, que parce qu'il retourne ainsi au côté du *zinc*, qui tend toujours à devenir *négatif ;* ce qui rend la tendance du *fluide* de ce côté-là supérieure à celle qu'il a vers le *sol*, qui n'est jamais que o : aussi dès qu'on lui ouvre, entre les côtés de la *pile*, une route plus *conductrice* que ces *appareils*, il n'y passe plus, et toute opération y cesse.

EXPÉRIENCE XLI.

Prenant la *baguette* de l'expérience XXIII, suspendue par des *soies*, et la posant sur les *armures* des deux côtés de la *pile*, toute opération dans les *appareils à gaz*, comme tout signe *électroscopique*, cessaient à l'instant.

C'est

C'est-là une propriété connue du *fluide électrique ;* mais dans la *pile,* elle conduit à une nouvelle détermination quant aux conséquences de la modification qu'il y éprouve. On sait que lorsque ce *fluide* est dans son état ordinaire, il n'est besoin que d'un *courant* produit par une très-petite *bouteille de Leyde*, pour occasionner la commotion, tandis que pour produire dans l'*eau* l'*air inflammable* et l'*air vital,* le dernier remplacé par la calcination dans ces expériences, (à moins qu'on n'y emploie des fils de *platine*) il faut la décharge d'une batterie. Cet ordre inverse dans la production des effets, sera le principal objet de la section suivante.

SECTION III.

Comparaison de la COMMOTION *aux effets dans l'*APPAREIL A GAZ, *par l'opération de la* PILE.

550. NOTRE *corps* est un *conducteur* à-peu-près semblable aux *appareils à gaz* quant au *fluide* de la *pile*, pourvu qu'on fasse les contacts avec des corps *métalliques* bien *nets*, tenus dans les mains mouillées; mais au contraire de ce qui a lieu avec le *fluide électrique* ordinaire, celui-là produit les *secousses* plus *difficilement* que les opérations dans ces *appareils*. On savait déja à cet égard, que lorsque la *pile* est en déclin d'action, elle cesse plutôt de produire des *secousses*, que d'opérer dans les *appareils à gaz*; mais en suivant cette première indication, qui m'étonnait, je fis de nouveaux pas dans l'analyse des phénomènes *galvaniques*.

551. Semblable, à cet égard, aux opérations dans l'*appareil à gaz*, la *secousse* ne paraît point diminuer, quand un seul des *côtés* de la *pile* communique avec le *sol*; et c'est pour cela que quel que soit celui des deux métaux par lequel commence en bas une *pile* simple,

on n'aperçoit pas de différence, soit qu'elle soit *isolée*, ou qu'elle ne le soit pas; mais quand les deux *côtés* de ma double *pile* communiquaient en même temps avec le *sol*, ce qui ne diminuait pas sensiblement les opérations dans les *appareils à gaz*, les *secousses* étaient affaiblies. De cette différence, résultait une circonstance dont il est difficile de déterminer la cause: c'est que quelquefois j'éprouvais des *secousses*, quoique les *appareils à gaz* fussent placés entre les *côtés* de la *pile*; et d'autres fois à peine apercevais-je quelque impression, sans que les arrangements apparents rendissent compte de cette différence. J'indique seulement cette circonstance, et ne m'arrêterai qu'aux phénomènes observés, lorsqu'en même temps que les *appareils à gaz* étaient à la *pile*, j'éprouvais des *secousses* sensibles.

EXPÉRIENCE XLII.

Tandis que les *appareils à gaz* étaient à la *pile*, et que les opérations y étaient en bon train, posant d'abord une cuiller sur l'*armure* d'un des *côtés*, j'avais de la peine à fixer la seconde sur l'autre *armure* après la *secousse*, à cause des forts *trémoussements* que j'éprouvais dans les mains, qui, me faisant abandonner le

contact d'un ou d'autre côté, occasionnaient eux-mêmes cette durée de *secousse*. Mais lorsque j'étais parvenu à fixer les deux cuillers, je ne sentais plus rien, et je voyais diminuer la quantité du *gaz* dans les *appareils*. Je m'exerçai à cette opération, et je parvins à produire d'abord les *contacts fixes*, en tenant la seconde cuiller à portée d'une des *armures*, pour toucher celle-ci sans y regarder, et ne fixer ainsi mon attention que sur la production du *gaz* dans un des *tubes*; alors je voyais diminuer la quantité du *gaz* durant les *contacts*, et sa quantité ordinaire se rétablissait dès qu'ils cessaient. Ainsi, quoique pendant les *contacts fixes*, je n'éprouvasse aucune sensation, une partie du *fluide* ne continuait pas moins de me traverser, puisqu'il n'en passait pas *autant* dans les *appareils à gaz*.

552. Je pouvais me substituer à l'*anneau* qui servait à réunir les *tubes*; et pourvu que je fisse les *contacts* avec les *cuillers*, c'est-à-dire par des corps *métalliques* bien *nets*, je ne changeais rien aux opérations; mais il n'en était pas de même de mes *doigts*.

EXPÉRIENCE XLIII.

Si je prenais simplement les *fils* inférieurs des *tubes* dans mes *doigts* secs, les opérations

cessaient dans ces *tubes*, et je faisais aussi cesser presque tout signe *électroscopique* aux deux *côtés* de la *pile*.

EXPÉRIENCE XLIV.

Quand je faisais entrer la partie mince du manche d'une des cuillers dans le crochet inférieur d'un des *tubes*, alors séparés, je suppose celui du côté de l'*argent* d'où venait le *fluide*, il ne se produisait aucun effet dans ce *tube*; cependant cette communication avec le *sol* faisait passer toute la *divergence* au côté du *zinc*, soit *négative*; ainsi le *fluide* traversait le *tube*. Si alors je plaçais aussi la *baguette* conductrice vers le *sol* à ce côté du *zinc*, la *divergence* y cessait, comme si les deux *tubes* eussent communiqué l'un à l'autre, et il ne se produisait encore aucun effet dans le *tube*.

EXPÉRIENCE XLV.

Je touchais alors les crochets des deux *tubes* avec les cuillers. J'avais assez de peine à fixer la seconde cuiller dans l'autre crochet de l'autre *tube*, parce que les *trémoussements* que j'éprouvais dans mes mains en tâtonnant, repoussaient le *tube*, et faisaient même quelquefois sortir

la cuiller de l'autre crochet; mais quand je les avais fixées l'une à l'autre, toute sensation cessait, comme dans l'attouchement aux *armures*; et alors les opérations avaient lieu dans les *tubes*, comme lorsqu'ils communiquaient simplement par l'*anneau*, quoique je fusse moi-même en communication avec le *sol*; et il y avait aux *armures*, les *résidus* ordinaires de *divergences*.

553. La comparaison de ces trois dernières expériences, conduit à un résultat essentiel. Dans l'expérience XLIV, il y avait certainement une *circulation* du *fluide* dans la *pile*, puisque l'*électroscope* n'indiquait que des *résidus* de *divergence*, comme dans l'expérience XLV; mais cette *circulation* n'était pas celle d'une *même masse* de *fluide*: celui qui tendait à s'accumuler sur le côté de l'*argent*, s'écoulait dans le *sol* au travers du *tube* et de mon *corps*, et il revenait d'*autre* fluide au côté du *zinc* par la *baguette*.

EXPÉRIENCE XLVI.

Pour m'assurer cependant de ce passage du *fluide* dans le *tube*, sans y produire d'effet, je fis communiquer son *fil* inférieur au *condensateur*, d'abord en établissant la communication de son *disque* inférieur avec le *sol*, tandis que le côté du *zinc* y communiquait aussi, puis

en faisant communiquer ce *disque* directement au côté du *zinc*. Il y eut condensation du *fluide* sur le *disque* supérieur du *condensateur*; ce qui prouve que ce *fluide* avait traversé le *tube*. Cependant il n'y produisit aucun effet; et ce n'est pas à cause de sa petite quantité : car on a vu, dans l'expérience XVII, que sa circulation par deux *groupes* seulement commençait à en produire, et sa production continue dans la *pile*, déja si affaiblie qu'elle ne fait éprouver aucune *sensation*.

554. Il me paraît donc résulter de ces expériences, qu'il ne suffit pas qu'une certaine petite *masse* de *fluide* ait passé *une seule fois* dans la *pile*, pour qu'elle ait subi la *modification* qui lui fait produire dans l'*appareil à gaz*, avec une si petite quantité, la *chaux* et l'*air inflammable*, qu'il doit y avoir *circulation* de cette *même masse* dans la *pile*; c'est-à-dire, *plusieurs* passages; ce qui a lieu quand l'appareil fait partie de la communication directe entre ses deux *côtés*.

555. Cependant *un seul* trajet commence à produire cette *modification* du *fluide*, dont un des effets est qu'il ne passe plus aussi aisément à tous les corps, comme on le voit par la comparaison des expériences XLIII et XLV. Dans la première, le *fluide* procédant du côté de l'*ar-*

gent, et après avoir traversé le *tube*, pénétrait sans doute mes *doigts* par lesquels je tenais le fil inférieur du *tube*, puisque la *divergence* cessait presque entièrement à l'*électroscope* ; mais il les pénétrait *lentement* ; il ne tendait pas directement au côté du *zinc*, et se répandant vaguement dans mon corps et dans le *sol*, ce n'était pas lui, ou lui seul, qui se portait vers l'autre *tube*, dont je tenais le *fil* inférieur entre les *doigts* de l'autre main; car je n'éprouvais aucune sensation en prenant ce *fil*, et il n'y avait aucun effet dans les *tubes*. Mais dans l'expérience XLV, où j'employais les cuillers tenues dans mes mains mouillées, au premier *contact* de la seconde cuiller j'éprouvais la *secousse*, et quoique cette sensation cessât quand les *contacts* devenaient *fixes*, les opérations avaient lieu dans les *appareils à gaz*. Ainsi mes *doigts* étaient déja *mauvais conducteurs* du *fluide* qui avait traversé *une fois* la *pile*.

556. Les expériences suivantes prouveront sous une autre forme l'inversion d'ordre dans le *fluide galvanisé*, comparativement au *fluide électrique* ordinaire, dans la facilité de produire les *secousses* et les opérations dans l'*appareil à gaz*, l'un des caractères remarquables du premier. Je commencerai par une expérience qui regarde la *secousse*.

EXPÉRIENCE XLVII.

Tandis que les *baguettes* conductrices faisaient communiquer les *armures* des côtés de la *pile* à des parties *sèches* de la *table*, les *appareils à gaz* étant à la *pile*, je posais les manches des cuillers, tenues dans mes mains mouillées, sur la *table*, et j'en amenais une au contact du *pied* d'une *baguette*; j'approchais ensuite lentement la seconde cuiller de l'autre *pied*, et un instant avant le *contact*, j'éprouvais une *secousse*; au *contact fixe*, je n'éprouvais plus rien, et les opérations continuaient dans les *appareils à gaz*.

557. Je voulus savoir alors si de l'*eau*, répandue sur la *table*, me ferait éprouver la *secousse* de plus loin. L'*eau*, en quelque quantité qu'elle soit, est un bon intermède pour la décharge de la *bouteille de Leyde*; nous l'avions éprouvé mon frère et moi en 1749, par la masse même du *Rhône* à Genève, et c'est ce qui me conduisit à l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE XLVIII.

Je répandis de l'*eau* sur la *table* aux deux côtés de la *pile*, j'y plaçai les *pieds* des *baguettes*, et tenant les cuillers dans mes mains,

j'en portai les manches dans ces deux amas d'*eau* à un pouce de distance des *pieds*, sans éprouver aucune sensation, et je n'eus la *secousse* que très-près des *pieds*.

EXPÉRIENCE XLIX.

Alors je voulus éprouver si les opérations qui ont lieu dans les *appareils à gaz*, seraient cependant produites dans cette *eau*, en faisant communiquer ses deux amas par un *fil métallique*; pour cet effet, j'en couchai un sur la *table*, dont je fis entrer les extrémités dans l'*eau* de part et d'autre à un pouce de distance des *pieds* des *baguettes* : ceux-ci ayant été nouvellement ratissés, étaient brillants; mais bientôt je vis celui de la *baguette* qui communiquait au côté de l'*argent*, se ternir dans l'*eau* et s'*embrunir* par degrés, en même temps que l'extrémité du *fil métallique* de ce côté-là produisait des *bulles* de *gaz*, et les opérations inverses eurent lieu entre le *fil* et le *pied* de la *baguette* au côté qui communiquait avec le *zinc*. Ces expériences prouvent donc que, quoique la partie du *fluide galvanisé*, superflue aux opérations dans les deux *appareils à gaz*, eût déjà, du côté de l'*argent*, pris sa route vers le *sol*, où il se répandait au travers de la *table*, dès qu'on lui

ouvrait une route plus *conductrice* vers le *zinc*, il la prenait par préférence; mais que là, suffisant pour produire dans l'*eau*, la *chaux* et le *gaz inflammable*, il ne suffisait pas pour produire les secousses au travers de cette *eau*.

EXPÉRIENCE L.

Enfin je voulus savoir si la *table* enlevait et conduisait au *sol* assez de *fluide*, en concurrence avec mon *corps*, pour prévenir les *secousses* dans l'*eau*. Pour cet effet, je fis les amas d'*eau* sur des plaques de *verre*, et j'y plaçai les *pieds* des *baguettes*. Alors j'éprouvai une *sensation* dans mes mains, en touchant l'*eau* avec la seconde cuiller, à la même distance où je n'en éprouvais point quand l'*eau* était sur la *table*, et les opérations entre le *fil métallique* et les *pieds* des *baguettes* furent plus rapides. Ainsi, dans l'expérience précédente, une partie du *fluide* venant du côté de l'*argent*, passait encore par la *table* dans le *sol*, quoique la route lui fût ouverte vers le *zinc*.

558. J'ai rassemblé jusqu'ici dans cette PARTIE les principales expériences que j'ai faites pour manifester et déterminer les effets de l'opération *galvanique* dans la *pile* de M. VOLTA; ayant omis des détails d'expériences, dont le but était

seulement de m'assurer, qu'il n'y avait point d'illusion dans celles que j'ai rapportées, et qu'on aurait sûrement les mêmes résultats en les répétant de la même manière. Je crois qu'il ne peut rester aucun doute sur la *théorie* fondamentale; c'est-à-dire, sur une *circulation* du *fluide électrique* dans la *pile* quand ses *extrémités* communiquent entre elles, ni sur la *cause* immédiate de cette *circulation*, malgré la communication de la *pile* avec le sol. Mais dans le cours de ces expériences, il s'est manifesté de plus des phénomènes qui me paraissent conduire à déterminer le troisième et important caractère distinctif de la *pile*; savoir, qu'elle produise des *effets* si disproportionnés à la quantité du *fluide électrique* en *circulation*, comparativement aux autres appareils électriques. C'est à cet objet que je viendrai dans la PARTIE suivante, après avoir rapporté dans celle-ci des expériences qui avaient un objet particulier, et qui serviront en même temps de nouvelle confirmation de la *théorie* fondamentale.

SECTION IV.

Comparaison de la PILE GALVANIQUE *avec l'*ANGUILLE *nommée* ÉLECTRIQUE.

559. La *pile* donnant la *commotion* par elle-même et sans *isolement*, se rapprochait assez du *gymnotus*, autrement nommé *anguille électrique*, pour qu'on cherchât à les comparer plus particulièrement, et c'est ce qu'on a fait; cependant je ne crois pas inutile d'ajouter mes expériences à celles qui sont déja connues sur cet objet.

560. Je fis une *pile* de 50 *groupes*, dans une cage formée de 6 baguettes de verre très-minces, fixées au bord de deux plaques circulaires de laiton, de manière qu'en touchant la *pile* sur une surface plane, tous ses *groupes* la touchaient à la fois par leur projection entre chaque couple de baguettes. J'éprouvai d'abord les *secousses* que donnait cette *pile* étant debout; en touchant ses plaques métalliques avec les cuillers, elles étaient très-fortes: après quoi je fis les expériences suivantes.

EXPÉRIENCE LI.

Je couchai d'abord cette *pile* sur la *table sèche*, et je n'aperçus pas une différence sensible dans les *secousses*. Ainsi quand la route était ouverte par mon *corps* à la *circulation* totale du *fluide* dans la *pile*, elle l'emportait presque entièrement sur la *circulation* qui tendait à se faire par la *table sèche*, comme par l'*air*, entre l'*argent* et le *zinc* de chaque *groupe*.

EXPÉRIENCE LII.

Je couchai la *pile* de la même manière sur le fond d'un baquet simplement *humide* : alors il y eut une diminution sensible dans les *secousses*, ainsi que dans les effets d'un *appareil à gaz*, que j'appliquai à la *pile*. La *circulation* du *fluide* se faisait donc en partie, par l'*humidité* du bois, entre l'*argent* et le *zinc* de chaque *groupe*.

EXPÉRIENCE LIII.

Je versai alors de l'*eau* dans le *baquet*, mais seulement jusqu'au point où tous les *groupes* commencèrent d'y participer : par-là toute *secousse* et tout effet dans l'*appareil à gaz* cessèrent. Ainsi la *circulation* du *fluide* se faisait

dans chaque *groupe* par l'*eau*, qui lui offrait une communication directe de l'*argent* au *zinc*, et il ne se faisait aucune accumulation des effets inverses aux extrémités de la *pile*.

561. Ces expériences confirment donc encore toute la *théorie* de la circulation du *fluide électrique* dans la *pile*; et elles montrent en même temps qu'il n'y a qu'un rapport éloigné de la *pile* au *gymnotus*; de sorte qu'à moins qu'on ne parvienne à faire produire par le *fluide* de cet animal, les mouvemens *électroscopiques*; et une *accumulation* sur le *condensateur*, il faut de deux choses l'une, ou que ce *fluide* ne soit pas le *fluide électrique*, ce qui n'est pas impossible, malgré la conformité de la *commotion*, ou que le *fluide électrique* éprouve dans l'*animal* un *changement* plus grand que dans la *pile*, ce qui n'est pas improbable.

562. En sortant la *pile* du baquet, je l'essuyai du côté où elle avait touché l'*eau*; et l'ayant laissée sécher extérieurement, je fis l'expérience suivante :

EXPÉRIENCE LIV.

La *pile* étant redressée, j'essayai les *secousses*, et les trouvai très-affaiblies : j'attendis quelque temps pour voir si cet état ne changerait point, et il demeura le même. Je démontai alors la

pile, pour chercher la cause de cette altération, et je trouvai que, tandis qu'elle était couchée dans le baquet, l'*eau* s'était insinuée entre les *groupes*, et qu'elle y produisait les mêmes effets que dans les *groupes* mêmes : or l'*argent* et le *zinc*, s'y trouvant inversement situés, partout où ces effets avaient lieu, ils compensaient ceux de la *pile*, comme cela arrivait pour sa totalité dans l'expérience XII. C'est la raison de ce que j'ai dit au § 482, qu'il convient de couper les pièces de *drap* un peu plus petites que les *plaques*, pour éviter l'écoulement de l'*eau* le long de la *pile*, quand les *groupes* viennent à être pressés ; parce qu'outre l'effet qu'on lui a vu produire dans le baquet, mais qui cesse quand elle s'est évaporée à l'extérieur, elle peut s'insinuer entre les *groupes*, et produire ce dernier effet, qui est plus durable.

563. Je termine ici la partie expérimentale de ce Traité ; le reste, comme je l'ai annoncé, est destiné aux conséquences qui en résultent à l'égard des grands effets produits par la petite quantité du *fluide électrique* qui *circule* dans la *pile* ; conséquences que je dirigerai vers l'objet général de la *Physique terrestre*, comme ayant été le but de tout cet ouvrage.

QUATRIÈME

QUATRIÈME PARTIE.

Conséquences déduites des Expériences précédentes.

SECTION PREMIÈRE.

Détermination de la cause qui fait produire de si grands effets au FLUIDE ÉLECTRIQUE *de la* PILE, *comparativement à sa quantité.*

564. Je ne mettrai pas ici en doute ces deux propositions; que la *quantité* du *fluide électrique* mise en *circulation* dans la *pile*, est très-petite, et que cette circonstance n'est pas compensée par une plus grande *rapidité*: trop de phénomènes les ont établies dans le cours des expériences précédentes, pour ne pas les considérer comme certaines. Il s'agit donc d'assigner une cause des grands effets que la *pile* produit néanmoins, tels que la *commotion*, l'*inflammation* et les opérations dans l'*appareil à gaz*.

565. Sous ce point de vue, la première circonstance à laquelle on doive s'arrêter dans les

expériences précédentes, est la certitude d'un *changement* éprouvé par le *fluide électrique* dans sa *composition* même, par sa *circulation* dans la *pile*. Sa preuve résulte d'abord de ce qu'il ne peut plus se communiquer de métal à métal, dès que l'état *métallique* de leur surface est altéré; tandis que la plus petite quantité de *fluide électrique* ordinaire y passe sans obstacle : ensuite il ne produit plus la *commotion* avec moins de densité qu'il n'est besoin pour les opérations dans l'*appareil à gaz;* ce qui a lieu par le *fluide électrique* ordinaire : enfin, un seul passage du *fluide* dans la *pile*, qui influe déja sur sa faculté de se *communiquer*, ne suffit pas pour lui faire produire les deux derniers effets, avec une si petite quantité; il faut qu'il y *circule*. Il est donc certain que le *fluide* éprouve un *changement* dans la *pile;* et il s'agit d'examiner sur quelle circonstance cela doit influer, pour qu'il puisse produire, avec moins de densité, la *commotion*, l'*inflammation*, et les opérations dans l'*appareil à gaz*.

566. Un fait nous conduira, quant à cette détermination; c'est que le *fluide électrique* ne produit point ces phénomènes, tant qu'il ne passe que par des conducteurs *continus*; circonstance importante, dont les expériences précédentes fournissent directement, à l'égard de

la *commotion*, une preuve qu'on ne pouvait avoir que par induction dans la *bouteille de Leyde* ou le *tableau magique*, parce qu'après un *contact* terminé, l'équilibre du *fluide* est rétabli dans ces appareils. Mais dans la *pile*, la cause continue, quoique le *contact* devienne *fixe*, et que par-là on n'éprouve plus de sensation; tandis qu'on en éprouve itérativement si par l'ébranlement qu'occasionne la première *secousse*, on abandonne le *contact*, et que l'on continue à tâtonner; parce qu'ainsi il y a de nouvelles *interruptions* de contact. Or, la durée des opérations dans l'*appareil à gaz* sert à montrer que le *fluide* continue de traverser notre *corps*, lorsque, dans le contact *fixe*, nous n'éprouvons plus de *sensation*; parce qu'on voit la *diminution* qu'éprouvent alors les opérations dans l'*appareil*. Ainsi la circonstance *sine qua non* des trois effets dont il s'agit, est une *interruption* de *conducteur* où le *fluide* accoure pour *s'élancer*.

567. Fixons maintenant notre attention sur ce qui arrive, lorsque le *fluide électrique* quitte ainsi les corps par un seul point, ou pour passer d'un corps à un autre, ou pour s'échapper d'un corps par un angle : dans le premier cas, il *étincelle*; dans le dernier, il forme une *aigrette*. Or, il se manifeste alors trois substances, qu'on

n'apercevait point dans le *fluide électrique* lui-même, savoir : la *lumière*, qui frappe notre vue; le *feu*, qui produit l'inflammation ; et une *substance*, qui affecte notre odorat. C'est-là indubitablement un effet de *décomposition* intime du *fluide électrique*, puisqu'il ne produit lui-même aucun de ces effets ; et de plus, les *trois* substances qui se manifestent alors, ne sont certainement pas les seules qui le *composent* : elles doivent y être combinées avec d'autres substances. Car si le *fluide déférent*, par sa propriété d'entraîner la *matière électrique* en *ligne droite*, doit être celui de ses *ingrédients immédiats* qui contient la *lumière*, elle n'y est pas seule, puisqu'il n'est pas *lumineux*. Là donc se trouve déja une autre substance unie à la *lumière*, qui la prive de sa faculté d'affecter l'organe de la vue. D'un autre côté, si la *matière électrique* contient la substance qui a l'*odeur phosphorique*, et le *feu*, ou la *matière du feu*, elles doivent y être combinées au moins avec une troisième substance, puisque la *matière électrique* ne produit ni *odeur* ni *chaleur*. Ainsi le *fluide électrique* doit certainement contenir, dans sa *composition intime*, au moins *cinq substances*, dont aucune ne se manifeste tant qu'il demeure tel qu'il séjourne sur les corps, où il est presque immobile sur les *non-conduc-*

teurs, et mobile le long des *conducteurs* continus et dans leurs pores ; car alors il ne produit aucun effet chimique connu ; et il n'est perceptible que par les mouvements *électroscopiques* qu'il occasionne, quand son *équilibre* est rompu entre les *corps mobiles* et l'*air*.

568. Ce n'est donc que par ses *ingrédients intimes*, que le *fluide électrique* peut produire les trois grands effets que nous avons ici en vue ; il les produit, lorsqu'il accourt et se *presse* en un point, pour s'élancer dans un état libre soit d'un corps à un autre, soit par une pointe ou quelque angle vers un espace où il y en a moins. Alors quelques-unes de ses particules se décomposent, et nous apercevons immédiatement les trois substances qui ne se manifestaient pas auparavant. C'est par le *feu* dégagé, que l'*inflammation* est produite ; et ce sont d'autres ingrédients aussi dégagés, qui produisent la *commotion* et les opérations dans l'*appareil à gaz*.

569. Arrivés à ce point, il n'y a qu'un pas à faire pour déterminer en quoi consiste *immédiatement* la *modification* qu'éprouve le *fluide électrique* par l'opération *galvanique*, et ce pas est encore direct : cette *modification* est telle, qu'il se *décompose* beaucoup plus aisément par le *choc* entre elles de ses *particules*. Les *fluides*

nommés *permanents* ne se *décomposent* que par les *affinités électives* d'autres substances ; mais la *vapeur aqueuse* et le *feu*, *fluides* auxquels, dans mes *Idées sur la Météorologie*, j'ai assimilé à cet égard le *fluide électrique*, se décomposent, chacun suivant son espèce, par excès de *densité*.

570. C'est ici le point où je suis demeuré dans ces recherches : car, quoiqu'il me soit venu à l'esprit quelques idées sur la nouvelle *combinaison* qu'éprouve le *fluide électrique* dans l'opération *galvanique*, changement que je regarde comme une *surcomposition*, je ne veux pas mêler des *conjectures* à ce que je regarde comme *certain*. Par là s'ouvre un nouveau champ aux recherches ; mais lorsqu'à l'extrémité de routes certaines, il se présente des ébauches d'autres routes, elles ne doivent servir qu'à faire naître des idées pour les vérifier, et j'ai des choses plus immédiatement utiles à finir. Si je reprenais ces recherches, je commencerais par les expériences de MM. Biot et Cuvier, dont j'ai fait mention au § 447, parce qu'elles ouvrent certainement une nouvelle perspective. Quant aux ingrédients qui constituent l'essence du *fluide électrique*, la route est aussi ouverte maintenant pour la chimie, par les divers phénomènes produits par l'*appareil à gaz*, suivant

les substances dissoutes dans l'eau qu'on y emploie; et l'on ne pourra qu'y faire des découvertes, pourvu qu'on se défie des hypothèses prises pour des faits, et nommément de celle de la *décomposition* de l'*eau*, que la *météorologie* écarte d'une manière péremptoire.

571. A l'égard de l'effet *physiologique* de la *commotion*, qui est produit aussi par quelque *ingrédient* du fluide électrique *décomposé*, je ne ferai qu'une remarque. Je ne décide rien à l'égard des effets qu'on en a attendus pour la guérison de quelques maux; et je dirai seulement qu'il n'est pas impossible que le *fluide électrique*, après avoir subi l'opération *galvanique*, ait acquis quelque nouvelle propriété à cet égard.

572. Mais s'il reste bien des choses à rechercher, tant sur les effets chimiques du *fluide électrique*, que sur le changement de *composition* que l'opération *galvanique* lui fait subir, nous avons à cet égard assez de choses déterminées pour nous conduire dans un plus grand champ, celui de la *Physique terrestre*, auquel ont tendu toutes mes expériences, et dont je vais montrer l'*entrée* dans la dernière *section* de cet ouvrage.

SECTION II.

Conclusions des expériences contenues dans cet ouvrage, rapportées à la PHYSIQUE TERRESTRE.

573. UNE recherche profonde et assidue des *fluides expansibles*, dans toutes leurs classes et leurs modifications, est la seule route par laquelle on puisse pénétrer dans le champ des *causes physiques* sur notre globe. Si ceux qui se sont persuadés depuis quelque temps que ce champ est inaccessible pour nous, se bornaient, comme ils l'annoncent souvent, à *décrire* les phénomènes, soit pour satisfaire la curiosité, soit pour en trouver des applications aux usages des hommes, ils seraient conséquents, et leurs recherches, certainement utiles, ne seraient accompagnées d'aucun inconvénient. Mais telle est la pente de l'esprit humain, que dès qu'il a assemblé des matériaux sur un objet, il les arrange sous quelque forme systématique ; et la plupart de ceux qui ne croient pas que nous puissions découvrir les *causes profondes* des phénomènes, ne laissent pas de leur en assigner d'*hypothétiques ;* et alors, n'ayant pas fait ces recherches, qu'ils regardent comme

vaines, leurs *hypothèses* ne sont que des produits de l'*imagination*, qu'ils s'accoutument souvent à regarder comme des *réalités*.

574. C'est ainsi, en particulier, que ce sont formées quelques *théories*, par lesquelles, voulant expliquer quelques *phénomènes*, on n'y a considéré, outre les substances *pondérables* et *coërcibles* connues, que celles d'entre les substances *impondérables* qui se sont déja clairement manifestées; déterminant, par des *hypothèses*, la nature des unes et des autres, sans les avoir étudiées assez profondément pour s'assurer, soit qu'elles sont réellement telles qu'on se les représente, soit qu'elles suffisent pour expliquer les phénomènes qu'on a en vue, soit surtout si elles se manifestent telles dans tous les *phénomènes* où elles interviennent certainement. On ferait ces recherches, si l'on croyait à la possibilité de découvrir les *causes profondes* dans la nature; et l'on n'y croit pas, précisément parce qu'on *ne fait pas* ces recherches.

575. Lorsqu'on prend un véritable intérêt à l'étude de la nature, on n'y éprouve de la satisfaction que lorsqu'on parvient à des conclusions certaines; on s'arrête donc, quand on n'est pas en état de former de telles conclusions. C'est ce qui arrive presque partout, quand on compare les phénomènes aux substances connues,

et à leurs propriétés déterminées; et par-là on découvre bientôt, que les substances *perceptibles* à nos sens par leur *masse*, sont bien loin de suffire à l'explication des *phénomènes physiques*; qu'il faut nécessairement admettre d'autres substances, *imperceptibles* à cause de leur *ténuité*, mais dont les *affinités chimiques* avec les substances *perceptibles*, sont évidentes et déterminables. Or, la route est déja ouverte dans ce champ, par des substances que leur *ténuité* rend *imperceptibles*, mais dont les phénomènes distinctifs sont si évidents, qu'on ne peut se dispenser d'en admettre l'existence. Je ne m'arrêterai pas au *fluide magnétique*, parce que nous sommes encore trop en arrière à son égard; mais la *lumière*, le *feu* et le *fluide électrique* nous ont fait franchir la barrière des substances *perceptibles*, pour en admettre d'*imperceptibles*, dont l'action est très grande dans les phénomènes.

576. Le *feu*, par ses *affinités* évidentes avec des substances connues, a été admis le premier, depuis long-temps, comme *ingrédient* essentiel de bien des corps; et plus on a étudié les phénomènes auxquels il participe, plus on s'est convaincu qu'il fallait toujours en suivre la marche dans les changements qu'éprouvent les substances sensibles, pour se rendre raison de leurs phénomènes. Alors aussi la *lumière* est devenue un

objet d'attention en chimie ; on lui a reconnu des *affinités*, et l'on a vu la nécessité de son intervention dans nombre de phénomènes des autres corps. Cependant, quoique ces premiers pas ouvrissent la carrière, et malgré les vides qui se trouvent encore réellement dans l'explication de nombre de phénomènes, quand on y emploie une analyse rigoureuse, le *fluide électrique*, *fluide* aussi généralement répandu sur tous les corps que le *feu*, n'est encore entré pour rien dans les *théories chimiques* reçues.

577. C'est par cette raison que j'ai pris un si grand intérêt aux phénomènes *galvaniques*, depuis qu'ils ont été susceptibles d'analyse par la *pile* de M. VOLTA. L'opération dans laquelle se produisaient auparavant dans l'*eau*, l'*air vital* et l'*air inflammable*, étant l'effet soudain d'une décharge de *batterie électrique*, il ne donnait pas le temps d'un examen approfondi, et il laissait ainsi à l'imagination un champ libre pour ses conjectures; mais ce phénomène est maintenant soumis à notre analyse, dans une opération aisée et durable. Par-là s'est déja dissipée une illusion qui naissait de ce que les deux *gaz* se produisaient à-la-fois dans un même *lieu* ; cette illusion, dis-je, est détruite par la *distance* des *lieux* où se produisent les deux phénomènes simultanés : j'ai montré, dans mes expériences,

que la différence d'une ligne à 4 pouces n'avait aucune influence sur ces phénomènes; mais M. ERMAN a porté cette *distance* jusqu'à 10 pieds, avec le même effet; et dans les expériences de M. RITTER, l'*interposition* même d'autres corps entre ces *lieux*, a laissé subsister les deux *effets*.

578. Ces nouveaux phénomènes doivent frapper tous ceux qui aiment véritablement l'étude de la nature, en leur montrant, dans l'*hypothèse* de la *décomposition* de l'*eau* et ses suites, les conséquences de la précipitation de jugement: mais mon principal objet ici, est de suivre les conséquences générales des conclusions directes qu'ont fournies les expériences rassemblées dans cet ouvrage.

579. Voyons-y d'abord le *fluide électrique*, déja si *tenu*, dont néanmoins un des *ingrédients immédiats* est *coërcible*, non par tous les corps, mais par les substances *non-conductrices*: cet ingrédient est *déposé* à leur surface, et l'autre les *traverse*, comme l'*eau* de la *vapeur aqueuse* est *déposée* sur les corps moins chauds qu'elle, et qu'elle ne peut pas pénétrer, tandis que son *feu* les pénètre, et les *traverse* même pour rétablir au-delà son propre équilibre. L'expérience nous avait aussi appris que ces *ingrédients immédiats* du *fluide électrique* étaient eux-mêmes

composés de plusieurs *ingrédients*, trois desquels se manifestent immédiatement dans la *décomposition* du *fluide*, quand il quitte les corps en s'*élançant*, et d'autres paraissent aussi alors par leurs effets *physiologiques* et *chimiques*. Enfin les phénomènes *galvaniques* nous font découvrir encore que ce *fluide* est susceptible d'une nouvelle *composition*, par laquelle son apparence change déja au point d'avoir fait douter d'abord que ce fût le *fluide électrique*. Quelles conséquences ne résultent pas déja de ces analyses d'un seul *fluide tenu*, pour nous introduire dans le champ de ces substances, et nous promettre d'y trouver, par la durée de l'observation et de l'expérience, la solution de nombre de problêmes physiques que l'homme attentif ne trouve pas encore résolus? N'ayons pas l'ambition d'enlever toutes les découvertes aux races futures, prenons garde seulement de ne pas les traverser dans leurs recherches, en semant l'erreur sur leurs pas.

580. Revenons cependant encore au *fluide électrique* seul, en le considérant maintenant comme répandu sur tous les corps, et distribué en particulier aux particules de l'*air* et des autres fluides *pondérables*. La propriété distinctive de son ingrédient *coërcible* par les substances *non-conductrices*, et la seule qui nous le fasse discer-

ner sûrement tant qu'il n'*étincelle pas*, est de tendre à se distribuer également sur tous les corps libres, quand son équilibre est rompu. Cette propriété nous servant de guide dans les observations atmosphériques, M. DE SAUSSURE a déja découvert qu'il y a dans l'*atmosphère* une formation constante de *fluide électrique* durant le temps qu'elle est traversée par les *rayons du soleil*, et les opérations de la *machine électrique* ont fait comprendre aux observateurs attentifs que la quantité de ce *fluide* sur les corps est très-variable, puisqu'une *machine électrique* en bon état, sans aucun changement à son *frottoir* ni à la communication de celui-ci avec le *sol*, montre de grandes variations dans la quantité du *fluide* qu'elle met en mouvement, non-seulement d'un jour à l'autre, mais quelquefois entre les parties d'un même jour; ce qui ne peut qu'être accompagné de grandes conséquences dans les phénomènes terrestres, quoique nous ne les apercevions pas encore.

581. Maintenant supposons d'abord, qu'en se formant dans l'*atmosphère*, le *fluide électrique* se trouve en plus grande partie *sur-composé*, de quelque manière qui ôte à la *matière électrique* sa tendance à se distribuer également sur tous les corps: nous n'apercevrons alors de cette formation du *fluide électrique* que la quantité qui

n'éprouve pas cette *sur-composition;* et voilà un *fluide* qui peut produire de grands effets journaliers dans l'*atmosphère* et sur le *sol*, que cependant nous n'avons aucun moyen de découvrir. Supposons encore que, dans quelque circonstance, il s'élève dans l'*atmosphère* un autre *fluide tenu* qui, par *affinité prépondérante* avec la substance qui produit la *sur-composition* de la *matière électrique*, vienne la lui enlever; voilà une grande quantité de *fluide électrique* qui, jusqu'à ce moment, avait été *imperceptible*, qui se manifeste tout-à-coup, et nombre d'autres phénomènes pourront être produits en même temps.

582. Je n'irai pas plus loin ici, parce que c'est là un des sujets de mon *Introduction à la Physique terrestre par les fluides expansibles*, où j'arrive, par d'autres phénomènes, à montrer la nécessité de ce que je n'ai posé ici que comme des *hypothèses*. J'en ai séparé cet ouvrage, parce qu'il traite d'une branche de physique expérimentale et rationnelle, très-intéressante en elle-même, et qui demandait tout l'espace que je lui ai consacré pour être éclairée dans toutes ses parties; ce qui m'a fourni en même temps le moyen de ne l'introduire dans la *météorologie*, champ déjà très-vaste, que par ses derniers résultats. C'est dans cet ouvrage particulièrement que j'ai montré pourquoi toute *théorie chymique*, qui n'em-